

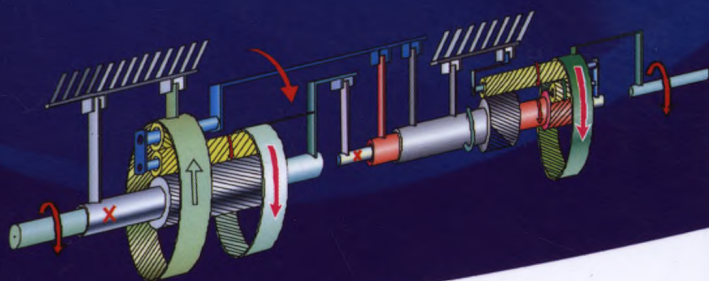
彩色印刷

汽车技术与维修彩色图解系列丛书

自动变速器 动力分析与故障诊断 彩色图解

徐家顺 ○ 编著

ZIDONG BIAN SUO QI
DONGLI FENXI YUGUZHANG ZHENDUAN
CAISE TUIJIE



复合式
分册

- 利用三维立体彩图，解读20余款自动变速器传动路线与档位分析
- 轻松突破自动变速器学习瓶颈、维修实践重点和难点
- A760E/761E/960E、U660E、A750E、AA80E、RE5R05A、722.5、722.9、AG6-09D、6HP-19/26/32、5HP-24/30、8HP-70、9HP-28 (9速)、6L50/80E 6T40E、545RFE等



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车技术与维修彩色图解系列丛书

自动变速器动力分析 与故障诊断彩色图解

复合式分册

徐家顺 编著



机械工业出版社

《自动变速器动力分析与故障诊断彩色图解：复合式分册》从电控自动变速器的检修方法入手，用立体彩图的形式系统地讲解了电控自动变速器的传动原理、档位分析及故障诊断思路，内容包括具有代表性的亚洲车系、欧洲车系、美洲车系等 18 款复合式自动变速器。本书可供自动变速器维修初学者、有一定修理经验的汽车维修技术人员、汽车工程技术人员和大中专院校、技工学校相关专业的师生学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

自动变速器动力分析与故障诊断彩色图解. 复合式分册/徐家顺编著. —北京：机械工业出版社，2014.5

(汽车技术与维修彩色图解系列丛书)

ISBN 978-7-111-46546-1

I. ①自… II. ①徐… III. ①汽车—自动变速装置—机构动力分析—图解 ②汽车—自动变速装置—故障诊断—图解 IV. ①U472.41—64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 086079 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：齐福江 责任编辑：齐福江

版式设计：霍永明 责任校对：刘怡丹

封面设计：张 静 责任印制：乔 宇

北京汇林印务有限公司印刷

2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 10.75 印张 · 252 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-46546-1

定价：59.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前言

PREFACE



近年来，随着汽车工业的飞速发展，自动变速器在轿车上的搭载率越来越高。由于自动变速器已纳入汽车维修高级工、技师和高级技师的考核范围，为培养汽车后市场高技能维修服务人才，提高汽车修理人员自动变速器的维修水平，特编写了本书。

复合式自动变速器是拉维娜和辛普森改进型自动变速器的复合产品，国内在用的该型自动变速器型号规格有近百种之多。

自动变速器集机械、液压、电子技术为一体，结构复杂、种类繁多，不同车型自动变速器的结构差异较大，装配难度较高，其故障诊断和维修难度居各大总成之首。掌握自动变速器的传动路线和档位分析是进行自动变速器故障诊断、提高维修效率的核心。有些自动变速器车辆是开着进厂，拖着出厂，或长期在修理厂内积压“趴窝”；有些修理人员对维修自动变速器失去了信心，最后无计可施只有送到专业厂。

自动变速器维修之所以难学、难懂、难理解，主要是因为行星轮系变速机构就像一只“拦路虎”拦住了我们通往“罗马的道路”。本书主要是针对这只“拦路虎”而设计的。行星轮传动部分一直以来就是变档传动的基础，也是掌握自动变速器维修技术的关键所在，但对于“自动变速过程”而言，双排以上串联、并联加换联的行星轮变速机构，学习起来就更加抽象、难以理解。正是出于这些方面的考虑，作者将多年的教学和工厂实践经验，通过提炼加工，用比较通俗的语言进行阐述，并将一些重点、难点标注出来，提醒读者注意。本书与其他汽车自动变速器书籍的最大不同之处在于内容既概括又直观，并通过彩色立体图的形式展示给读者，给人一种简单、明了之感。

本书列举的复合式自动变速器型号有：

1) 亚洲车系：新款雷克萨斯以及丰田皇冠、锐志搭载 A760/761E/960E，雷克萨斯 LS400/LS430 搭载 A650E，新款丰田普瑞维



亚、凯美瑞搭载 U660E，新款丰田兰德酷路泽搭载 A750E，新款雷克萨斯 LS460 搭载 AA80E。英菲尼迪以及日产西玛、风雅、途乐搭载 RE5R05A。

2) 欧洲车系：奔驰搭载 722.5/722.9，大众途锐搭载 AG6-09D、大众速腾、迈腾、波罗搭载 09G。奥迪 A8、A6 搭载 09E、09L (ZF-6HP-19/26/32)，宝马搭载 5HP-30/8HP70 等。

3) 美洲车系：凯迪拉克 CTS、SRX、XLR、赛威以及别克荣御、林荫大道搭载 5L40E，凯迪拉克凯雷德/赛威、2009 款凯迪拉克 CTS 搭载 6L50/80E，2008 年后新款别克君越、2009 款君威 (2.0/2.4) 搭载 6T40E，福特路虎搭载 5HP-24，吉普大切诺基搭载 545RFE。

本书中列举的复合式自动变速器代表性较强，在中、高级汽车中占主导地位。

由于受到汽车自动变速器实物来源的限制，部分章节中的自动变速器型号可能与相应章节车型照片不符。另外，部分图中齿轮大小、比例、单向离合器的形式等也可能与实物不符（本书中列举的单向离合器大部分以楔块式为例，也有少数以滚柱式为例）。再有一点，德国车的自动变速器中离合器用字母“K”代表，为了方便理解，本书中离合器也有用字母“C”表示的。

本书由广州市白云工商技师学校汽车系徐家顺编著，在编著过程中得到了石家庄创业汽车技术研究中心周晓飞先生、广州嘉众自动变速器有限公司宋国华总经理及同行朋友们的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，错误之处在所难免，敬请广大读者指正。

编著者

目录

CONTENTS



前言

01 第一章 亚洲车系复合式自动变速器

第一节 丰田 A760E/761E 6 档自动变速器	1
一、A761E 自动变速器特点	2
二、自动变速器故障诊断思路	3
三、D1 档传动路线和档位分析	4
四、动力 1 档传动路线和档位分析	6
五、D2 档传动路线和档位分析	7
六、动力 2 档传动路线和档位分析	8
七、D3 档传动路线和档位分析	9
八、动力 3 档传动路线和档位分析	10
九、D4 档传动路线和档位分析	12
十、动力 4 档传动路线和档位分析	13
十一、D5 档传动路线和档位分析	13
十二、D6 档传动路线和档位分析	15
十三、R 位传动路线和档位分析	16
十四、丰田 A761E 自动变速器实物演示	17
第二节 丰田 A650E 5 档自动变速器	18
一、丰田 A650E 自动变速器特点	18
二、D 位 D1 档传动路线和档位分析	19
三、动力 1 档传动路线和档位分析	20
四、D2 档传动路线和档位分析	21
五、D3 档传动路线和档位分析	22
六、动力 3 档传动路线和档位分析	22
七、D4 档传动路线和档位分析	23
八、D5 档传动路线和档位分析	24



九、R 位传动路线和档位分析	24
十、自动变速器无前进档故障诊断	25
第三节 丰田 U660E 6 档自动变速器	26
一、丰田 U660E 自动变速器特点	26
二、U660E 自动变速器操作注意事项	27
三、D1 档传动路线和档位分析	30
四、动力 1 档传动路线和档位分析	30
五、D2 档传动路线和档位分析	32
六、D3 档传动路线和档位分析	33
七、D4 档传动路线和档位分析	34
八、D5 档传动路线和档位分析	35
九、D6 档传动路线和档位分析	36
十、R 位传动路线和档位分析	36
十一、自动变速器无倒档故障的诊断	38
第四节 丰田 A750E 5 档自动变速器	39
一、丰田 A750E 自动变速器特点	39
二、D1 档传动路线和档位分析	40
三、动力 1 档传动路线和档位分析	41
四、D2 档传动路线和档位分析	41
五、动力 2 档传动路线和档位分析	42
六、D3 档传动路线和档位分析	43
七、动力 3 档传动路线和档位分析	44
八、D4 档传动路线和档位分析	45
九、D5 档传动路线和档位分析	45
十、R 位传动路线和档位分析	46
十一、自动变速器跳档故障诊断	47
第五节 丰田 AA80E 8 档自动变速器	48
一、丰田 AA80E 自动变速器特点	48
二、D1 档传动路线和档位分析	49
三、动力 1 档传动路线和档位分析	50
四、D2 档传动路线和档位分析	51
五、D3 档传动路线和档位分析	52
六、D4 档传动路线和档位分析	53
七、D5 档传动路线和档位分析	54
八、D6 档传动路线和档位分析	54
九、D7 档传动路线和档位分析	55
十、D8 档传动路线和档位分析	56

十一、R1 档传动路线和档位分析	57
十二、R2 档传动路线和档位分析	58
第六节 日产 RE5R05A 5 档自动变速器	59
一、RE5R05A 自动变速器特点	59
二、D1 档传动路线和档位分析	60
三、动力 1 档传动路线和档位分析	61
四、D2 档传动路线和档位分析	62
五、D3 档传动路线和档位分析	63
六、D4 档传动路线和档位分析	63
七、D5 档传动路线和档位分析	64
八、R 位传动路线和档位分析	65
九、自动变速器挂档后发动机怠速易熄火故障诊断 ...	66
第七节 日产 RE7R01A 7 档自动变速器	66

68 第二章 欧洲车系复合式自动变速器

第一节 奥迪 ZF-6HP-26 6 档自动变速器	68
一、奥迪 ZF-6HP-19/26/32 自动变速器特点	68
二、D1 档传动路线和档位分析	69
三、D2 档传动路线和档位分析	70
四、D3 档传动路线和档位分析	71
五、D4 档传动路线和档位分析	72
六、D5 档传动路线和档位分析	72
七、D6 档传动路线和档位分析	73
八、R 位传动路线和档位分析	74
九、不能强制降档故障诊断	75
第二节 奔驰 722.9 7 档自动变速器	75
一、奔驰 722.9 自动变速器特点	75
二、D1 档传动路线和档位分析	76
三、D2 档传动路线和档位分析	77
四、D3 档传动路线和档位分析	78
五、D4 档传动路线和档位分析	79
六、D5 档传动路线和档位分析	80
七、D6 档传动路线和档位分析	81
八、D7 档传动路线和档位分析	82
九、R1 档传动路线和档位分析	83



十、R2 档传动路线和档位分析	83
十一、自动变速器无锁止故障诊断	85
第三节 大众 AG6-09D 6 档自动变速器	85
一、大众 09D/09G 自动变速器特点	85
二、D1 档传动路线和档位分析	86
三、动力 1 档传动路线和档位分析	87
四、自动变速器异响故障诊断	88
第四节 宝马 5HP-30 5 档自动变速器	88
一、宝马 5HP-30 自动变速器特点	88
二、D1/动力 1 档传动路线和档位分析	89
三、D2/动力 2 档传动路线和档位分析	90
四、D3 档传动路线和档位分析	90
五、D4 档传动路线和档位分析	91
六、D5 档传动路线和档位分析	92
七、R 位传动路线和档位分析	93
八、宝马 5HP-24 起步困难故障诊断	93
第五节 宝马 8HP70 8 档自动变速器	94
一、宝马 8HP70 自动变速器特点	94
二、D1 档传动路线和档位分析	95
三、D2 档传动路线和档位分析	96
四、D3 档传动路线和档位分析	97
五、D4 档传动路线和档位分析	98
六、D5 档传动路线和档位分析	99
七、D6 档传动路线和档位分析	100
八、D7 档传动路线和档位分析	100
九、D8 档传动路线和档位分析	101
十、R 位传动路线和档位分析	102
第六节 宝马 ZF9HP 9 速自动变速器	103
一、宝马 ZF9HP 9 速自动变速器特点	103
二、D1 档传动路线和档位分析	104
三、D2 档传动路线和档位分析	105
四、D3 档传动路线和档位分析	105
五、D4 档传动路线和档位分析	106
六、D5 档传动路线和档位分析	107
七、D6 档传动路线和档位分析	108

八、D7 档传动路线和档位分析	108
九、D8 档传动路线和档位分析	109
十、D9 档传动路线和档位分析	110
十一、R1 档传动路线和档位分析	110
十二、R2 档传动路线和档位分析	111

113 第三章 美洲车系复合式自动变速器

第一节 通用 5L40E 5 档自动变速器	113
一、通用 5L40E 自动变速器特点	113
二、D1/动力 1 档传动路线和档位分析	114
三、D2/动力 2 档传动路线和档位分析	115
四、D3/动力 3 档传动路线和档位分析	116
五、D4/动力 4 档传动路线和档位分析	116
六、D5 档传动路线和档位分析	117
七、R 位传动路线和档位分析	118
第二节 通用 6L50.80E/宝马 6L45E 6 档自动变速器	119
一、通用 6L50.80E/宝马 6L45E 自动变速器特点	119
二、D1 档传动路线和档位分析	120
三、动力 1 档传动路线和档位分析	121
四、D2 档传动路线和档位分析	122
五、D3 档传动路线和档位分析	122
六、D4 档传动路线和档位分析	123
七、D5 档传动路线和档位分析	124
八、D6 档传动路线和档位分析	125
九、R 位传动路线和档位分析	125
十、故障案例：宝马车不走	126
第三节 通用 6T40/45E 6 档自动变速器	128
一、通用 6T40/45E 自动变速器特点	128
二、D1/动力 1 档传动路线和档位分析	129
三、D2 档传动路线和档位分析	130
四、D3 档传动路线和档位分析	131
五、D4 档传动路线和档位分析	132
六、D5 档传动路线和档位分析	133
七、D6 档传动路线和档位分析	134



八、R 位传动路线和档位分析	135
九、控制电磁阀和变速器控制模块总成检查	136
十、控制电磁阀和变速器控制模块总成输入轴 转速/输出轴转速输入测试	137
十一、控制电磁阀和变速器控制模块总成清理	137
十二、控制电磁阀和变速器控制模块总成电磁阀 性能测试	137
十三、维修快速读入自适应值	139
十四、变速器油检查	140
十五、管路压力检查	142
第四节 福特 5HP-24 5 档自动变速器	143
第五节 吉普 545RFE 5 档自动变速器	144
一、吉普 545RFE 自动变速器特点	144
二、D1/动力 1 档传动路线和档位分析	144
三、D2 档传动路线和档位分析	145
四、优选 2 档传动路线和档位分析	146
五、D3 档传动路线和档位分析	147
六、D4 档传动路线和档位分析	147
七、D5 档传动路线和档位分析	148
八、R 位传动路线和档位分析	149

150

第四章 自动变速器定期 维护、检修与故障诊断

一、自动变速器检查内容（包括故障车）	150
二、自动变速器维修注意事项	151
三、自动变速器油（ATF）的分类与质量鉴别	151
四、检修作业需要的工具、设备和材料	152
五、自动变速器的免拆清洗维护	155
六、油温和通气管的检查	157
七、传感器及电磁阀的检查	158
八、自动变速器常见故障诊断	159

第一章

亚洲车系复合式自动变速器

第一节 丰田 A760E/761E 6 档自动变速器

丰田 A760E、A761E、960E 自动变速器用于丰田公司生产的新款雷克萨斯、皇冠和锐志轿车。三款自动变速器的动力传递路线和构造基本相同，只是配用不同型号的发动机。例如：A761E 自动变速器配用 3UZ-FE 发动机，自动变速器油液（ATF）容量为 8.6L；A760E 自动变速器配用 3GR-FE 发动机，ATF 容量为 7.6L。

ATF 型号：ATF WS。

变速器型号含义：A 表示自动变速器；7 表示系列号；6 表示 6 前进档；0 表示版本为 0；E 表示电子控制。

A761E 自动变速器外观及解体图如图 1-1-1～图 1-1-4 所示。



图 1-1-1 雷克萨斯车型驾驶室



图 1-1-2 A761E 自动变速器整体外形

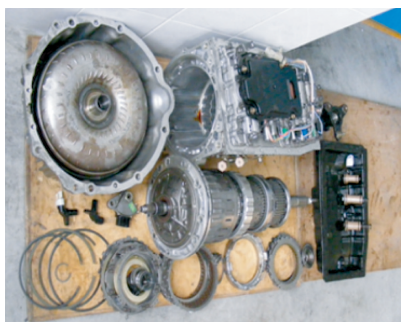


图 1-1-3 A761E 自动变速器解体后

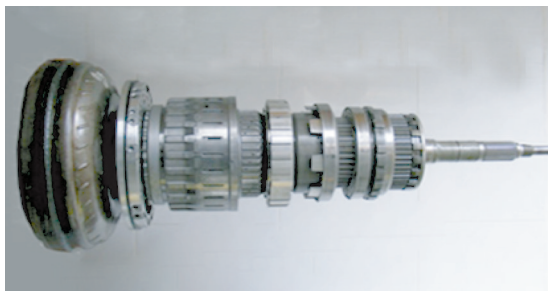


图 1-1-4 A761E 自动变速器传动部分实物



一、A761E 自动变速器特点

A761E 自动变速器是一款具有六个前进档、一个倒档，电子控制的手/自动一体化式自动变速器。它有四个离合器、四个制动器、四个单向离合器，共计 12 个执行元件。按照维修资料的顺序将执行元件进行排列，从左至右依次为 C2、C3、C4、C1、F4、B3、F2、F1、B1、B2、F3 和 B4。

三个行星排：

①前排。前排是一个双级行星排（两个行星轮）。行星架被单向离合器 F1 和制动器 B1 控制。

②中排。中排与后排是公共太阳轮（并联），中排齿圈与前排齿圈并联，中排行星架与后排齿圈串联，由 B4、F3 控制。

③后排。后排行星架为从动输出轴。

离合器 C1 和 C4 接合，都是向中、后排公共太阳轮输入动力，不过 C1 中间有一个单向离合器 F4，输出轴反衬动力时内圈可以打滑，为经济模式。而 C4 在输出轴反衬动力时不会打滑，为动力模式。

行星排实物与图形位置对照如图 1-1-5 所示。前端输入轴连接一个大的套筒，套筒内有四组离合器 C1~C4。

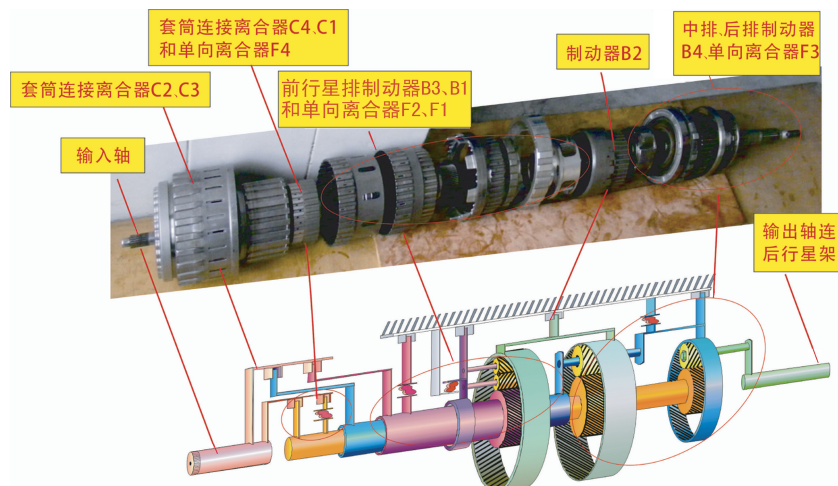


图 1-1-5 实物与图形位置对照

这款自动变速器的1~4档既有经济模式又有动力模式，因此燃油经济性、动力性较好。A760E/761E自动变速器传动示意如图1-1-6所示。

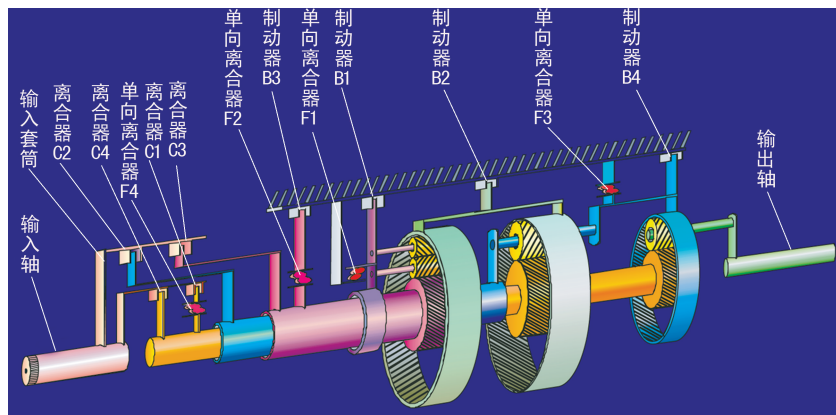


图 1-1-6 A760E/761E 自动变速器传动示意

二、自动变速器故障诊断思路

1. 故障划分

当接到一辆怀疑是自动变速器有故障的车辆时，首先应对故障范围进行划分，即：发动机→底盘→自动变速器。

首先检查发动机。将气缸断火（发动机断火后要注意用火花塞试验器测试回路）断油，检查发动机转速是否明显跌落。如果有明显跌落，说明故障在发动机。查看冷却液温度、进气真空度是否正常。

其次检查底盘。检查传动轴、主减速器、差速器是否振动、发热，车轮制动器是否阻滞，轮毂轴承是否过紧，轮胎气压是否正常等。

最后检查自动变速器。不到万不得已不要轻易将自动变速器解体。因为自动变速器解体后有很多密封件需要更换，以免造成不必要的浪费。

2. 进入自动变速器检修

现代汽车自动变速器广泛采用电子控制系统。电子控制系统包括传感器、控制单元（ECU）、执行器（电磁阀）等元件。自动变速器传动系统执行元件（离合器、制动器和单向离合器）的工作是否正常，直接关系到自动变速器工作是否正常。

在电子控制系统中，传感器是“情报员”，相当于人的眼睛、耳朵、鼻子，用于收集各种运行、工作信息；ECU是“司令部”，相当于人的大脑，用于接收、处理传感器送来的各种信息，并作出决定，向执行器（电磁阀）发出工作指令（工作电压）；执行器是“工作机构”，相当于人的手臂与腿脚，用于执行“司令部”的决策，在“司令部”的指挥下工作。自动变速器控制原理如图1-1-7所示。

当确信故障出自自动变速器时，对其故障的判断思路为：①检查变速器油的质量有无问题；②用故障诊断仪检查与变速器有关的电路端子及传感器有无问题（进行动态数据流检查、

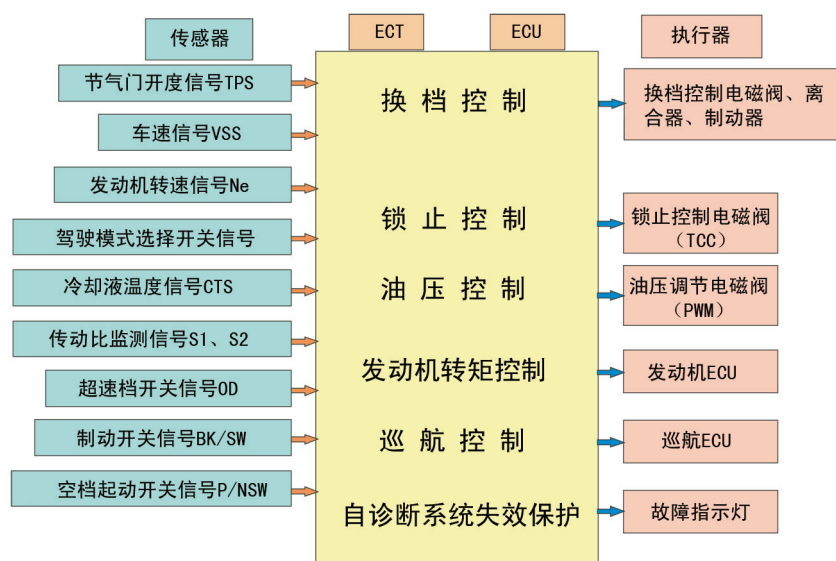


图 1-1-7 自动变速器控制原理

电阻检查)；③电磁阀有无问题；④自动变速器控制单元（ECT/ ECU）有无问题。

3. 自动变速器传动系统故障分析方法

根据经验，很少有自动变速器出现故障后完全不能动的，多半都是出现动力不足、行驶速度与档位不匹配、加速不良、自动跳档、反应迟钝、提速太快、低速不良、高速不良、上坡无力、某个档位缺失、变速器异响、变速器振动、变速器内外部漏油或高温等现象。另外，如果自动变速器出现故障，一般丰田车锁止在 2 档或 4 档行驶，大众车锁止在 3 档行驶。

在以上自动变速器故障现象中，除了液力变矩器的原因外，大多都是自动变速器传动机构中的执行元件（也就是离合器、制动器和单向离合器）工作不良或干脆不工作造成的，还有就是它们“相互打架”，造成动力干涉所致。所以，当自动变速器出现故障，首先要知道它是属于哪一种形式的自动变速器，有几个前进档，有哪些执行元件用于 1 档，有哪些执行元件用于 2 档……变速器是在几档出问题？然后再根据这些执行元件相对应的电磁阀和油路，顺藤摸瓜查找故障原因。

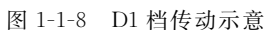
下面以一种型号的自动变速器为例介绍故障分析方法。



三、D1 档传动路线和档位分析

图 1-1-8 所示是 A760E/761E 自动变速器 D1 档传动示意（D1 档也叫经济 1 档）。涡轮将旋转动力传给输入轴使之顺转，这是因为离合器套筒与输入轴（刚性连接）顺转输入。

（1）后排 前进档经济离合器 C1 接合顺转，卡住单向离合器 F4 并带动内圈（也就是中、后排公共太阳轮）顺转输入。后排太阳轮顺转输入，由于输出行星架有阻力，后排行星轮将反力传给后排齿圈，后排齿圈有反转的趋势，但被 F3 单向卡住不动，后排行星架减速顺时针输出，实现 D1 档传动。为了便于理解后面 D2 档的档位分析，这里介绍一下中排与前排的空转。



(3) 前排 前排齿圈反转, 第二行星轮反转, 前排行星架反向受力, 有反转的趋势, 但被单向离合器 F1 单向卡住不动, 前排行星架不动, 第二行星轮反转 (自转), 与第一行星轮外啮合, 第一行星轮顺转 (自转), 与前排太阳轮外啮合, 前排太阳轮反转 (前排空转)。

The diagram illustrates a planetary gear set with four planetary gears labeled F3, F4, C1, and C2. The input shaft is on the left, and the output shaft is on the right. The diagram shows the gear meshing and the resulting output speed profile.

图 1-1-9 D1 档传动原理

如果变速杆置于 D 位，汽车出现不能起步，或者是起步缓慢现象，可以将变速杆置于 1 位（就是手动 1 档）和倒档试一下。如果手动 1 档正常，说明是单向离合器 F4 严重磨损；如果倒档正常，说明是前进离合器 C1 严重磨损或间隙太大、单向离合器 F4 严重磨损、单向离合器 F3 严重磨损。如果在变速器解体后并未发现离合器 C1 有问题，可以根据离合器 C1 查找相应的电路端子、油路、传感器、电磁阀和 ECU 故障。



四、动力 1 档传动路线和档位分析

图 1-1-10 所示是 A760E/761E 自动变速器动力 1 档传动示意。涡轮将旋转动力传给输入轴使之顺转，这是因为离合器套筒与输入轴（刚性连接）顺转输入。

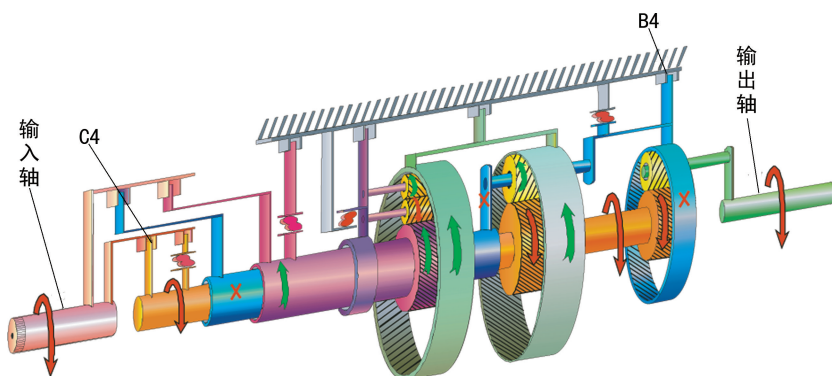


图 1-1-10 动力 1 档传动示意

(1) 后排 前进档动力离合器 C4 接合顺转动力由中、后排公共太阳轮输入。后排太阳轮顺转输入，由于输出行星架被 B4 制动，后排行星轮（自转）与后排齿圈内啮合，后排齿圈被制动器 B4 制动，因此，后排行星架减速顺时针输出，实现动力 1 档传动。

(2) 中排 中排太阳轮顺转，中排行星架反向受力被 F3 单向卡住（因为中排行星架与后排齿圈串联），中排行星轮自转，中排齿圈与行星轮内啮合反向空转向前排传动（中排空转）。

(3) 前排 前排齿圈反转，第二行星轮反转，前排行星架反向受力，有反转的趋势，但被单向离合器 F1 单向卡住不动，前排行星架不动，第二行星轮反转（自转），与第一行星轮外啮合，第一行星轮顺转（自转），与前排太阳轮外啮合，前排太阳轮反转（前排空转）。

动力 1 档关键执行元件：前进档动力离合器 C4、后排太阳轮、制动器 B4。

如果是发动机向车轮传递动力，D1 档与动力 1 档没有区别。如果是车轮向发动机反衬动力，D1 档会在单向离合器 F3 和单向离合器 F4 的内圈上打滑。动力 1 档传动原理如图 1-1-11 所示。

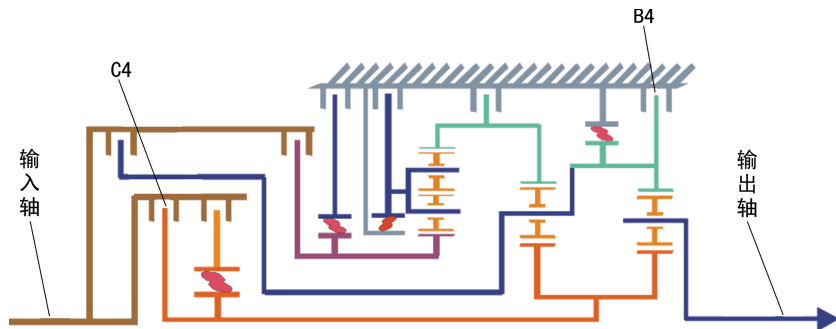


图 1-1-11 动力 1 档传动原理

各齿轮的齿数：



(1) 后排 前进档离合器 C1 接合顺转，卡住单向离合器 F4 并带动内圈（也就是中、后排公共太阳轮）顺转输入。动力由中、后排太阳轮同时顺转输入。

(2) 中排 中排太阳轮顺转输入，由于前排的原因，中排齿圈被单向固定不动，中排太阳轮齿数比后排太阳轮多，所以中排太阳轮会推动中排行星架顺时针减速向后排齿圈输出。

(3) 前排 前排太阳轮反空转，被制动器 B3 和单向离合器 F2 单向固定（产生反力），所以前排齿圈有反转的趋势，但又被单向离合器 F1 单向固定。

D2 档关键执行元件：前进档经济离合器 C1、单向离合器 F4、制动器 B3 和单向离合器 F2。D2 档传动原理如图 1-1-13 所示。

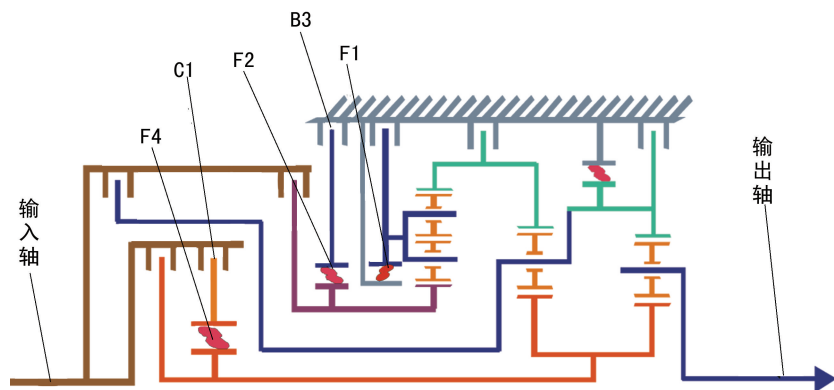


图 1-1-13 D2 档传动原理

故障分析：

如果变速杆置于 D 位，汽车出现不能自动升 2 档，或者升 2 档时间太长现象，可以试验一下动力 2 档。如果动力 2 档正常，说明是离合器 C1、单向离合器 F4，或制动器 B3，单向离合器 F2、F1 严重磨损。如果在变速器解体后并未发现离合器 C1、制动器 B3 有问题，可以根据离合器 C1、制动器 B3 查找相应的电路、油路、传感器、电磁阀和 ECU 故障。



六、动力 2 档传动路线和档位分析

图 1-1-14 所示是 A760E/761E 自动变速器动力 2 档传动示意。

(1) 后排 动力离合器 C4 接合，动力直接从中、后排公共太阳轮顺转输入。

(2) 中排 中排太阳轮顺转输入，制动器 B2 制动中排齿圈，使之不动，由于中排太阳轮齿数比后排太阳轮多，所以中排太阳轮会推动中排行星架顺时针减速向后排齿圈输出。

(3) 前排 前排不动。

动力 2 档关键执行元件：前进档经济离合器 C4、制动器 B2。

如果是发动机向车轮传递动力，D2 档与动力 2 档没有区别。如果是车轮有滑行速度向前

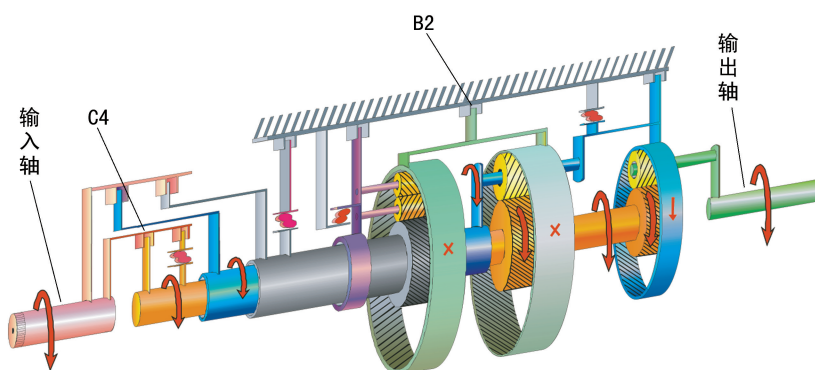


图 1-1-14 动力 2 档传动示意

反衬动力时，D2 档会在单向离合器 F4、F2 的内圈，以及 F1 的外圈上打滑。动力 2 档则可以将动力向发动机反衬。动力 2 档传动原理如图 1-1-15 所示。

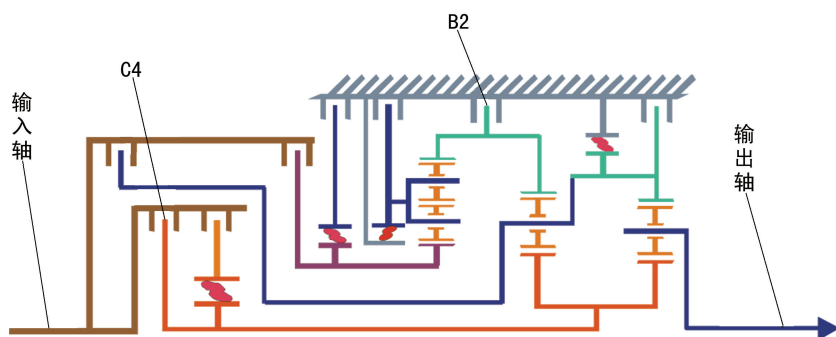


图 1-1-15 动力 2 档传动原理

2 档传动比计算（按中、后排双排双级减速计算）：

$$i_2 = 1 + \frac{\alpha_1 \alpha_1}{1 + \alpha_1 + \alpha_2} = 1 + \frac{2.296 \times 2.364}{1 + 2.296 + 2.364} = 1 + \frac{5.427}{5.66} = 1 + 0.958 = 1.958$$

故障分析：

如果变速杆置于 2 位或动力 2 档，汽车出现上坡无力、下坡无发动机制动等现象，但动力 1 档正常，可判断为制动器 B2 严重磨损或间隙过大。如果在变速器解体后并未发现制动器 B2 有问题，可以根据制动器 B2 查找相应的电路信号电压、油路、传感器、电磁阀和 ECU 故障。



七、D3 档传动路线和档位分析

图 1-1-16 所示是 A760E/761E 自动变速器 D3 档传动示意（D3 档也叫经济 3 档）。

(1) 后排 前进档离合器 C1 接合顺转，卡住单向离合器 F4（也就是中、后排公共太阳轮）顺转输入。



(2) 中排 中排太阳轮顺转输入, 由于中排太阳轮齿数比后排太阳轮多, 所以中排太阳轮会推动中排行星架顺时针减速向后排齿圈输出。

(3) 前排 离合器 C3 接合, 前排太阳轮以 1:1 的转速输入。由于前排太阳轮齿数比中排太阳轮齿数多, 前排使中排齿圈增速并推动行星架加速向后排齿圈输出, 实现 3 档传动。

D3 档关键执行元件: 前进档经济离合器 C1、单向离合器 F4、离合器 C3 和单向离合器 F1, 前、中、后三排共同减速输出。D3 档传动原理如图 1-1-17 所示。

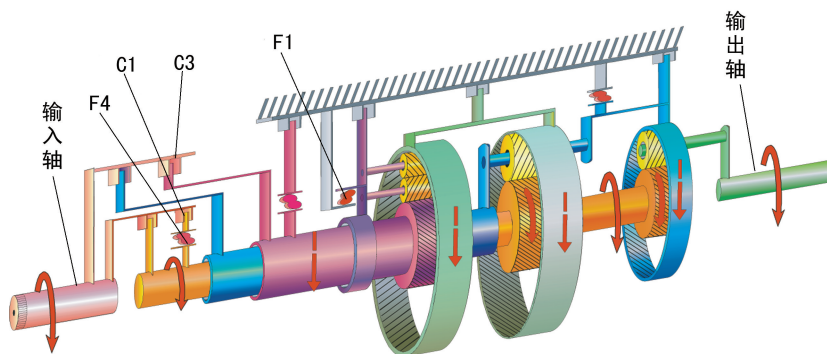


图 1-1-16 D3 档传动示意

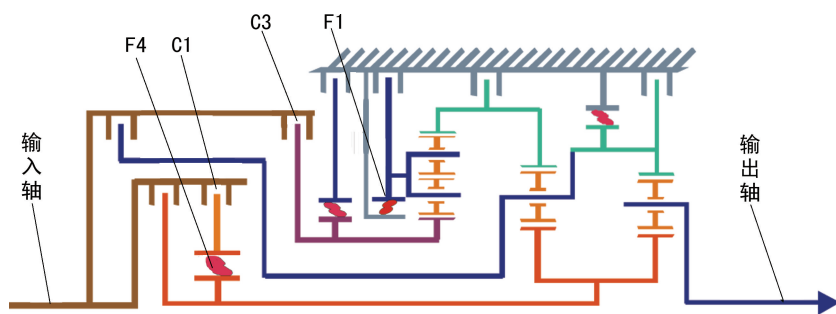


图 1-1-17 D3 档传动原理

故障分析:

如果变速杆置于 D 位, 汽车出现不能自动升 3 档, 或者升 3 档时间太长现象, 可以试一下动力 3 档。如果 1、2 档和动力 3 档都正常, 说明是离合器 C3 严重磨损、间隙过大, 或单向离合器 F1 严重磨损所致。另外, 离合器 C3 工作不良对倒档也有影响。如果在变速器解体后并未发现离合器 C3 有问题, 可以根据离合器 C3 查找相应的电路、油路、传感器、电磁阀和 ECU 故障。



八、动力 3 档传动路线和档位分析

图 1-1-18 所示是 A760E/761E 自动变速器动力 3 档传动示意。

(1) 后排 前进档动力离合器 C4 接合, 后排小太阳轮顺转向后排行星架输入动力。

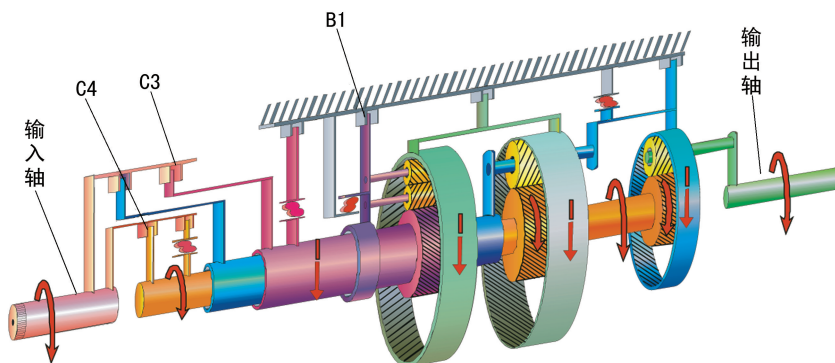


图 1-1-18 动力 3 档传动简图

(2) 中排 中排太阳轮顺转输入，由于中排太阳轮齿数比后排太阳轮多，所以中排太阳轮会推动中排行星架顺时针减速向后排齿圈输出。

(3) 前排 离合器 C3 接合，前排太阳轮以 1 : 1 的转速输入。由于前排太阳轮齿数比中排太阳轮齿数多，前排使中排齿圈增速并推动行星架加速向后排齿圈输出（前排第一行星轮与太阳轮外啮合反转并自转，与第二行星轮外啮合，第二行星轮顺转并与前排齿圈内啮合），实现 3 档传动。

动力 3 档关键执行元件：前进动力离合器 C4 接合，离合器 C3 接合，前排行星架被 B1 制动，前、中、后三排共同减速输出。动力 3 档传动原理如图 1-1-19 所示。

3 档传动比计算（按前、中、后三排减速计算）：

$$i_3 = \frac{(\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3) - 1}{1 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} = \frac{(2.296 \times 2.364 \times 2.116) - 1}{1 + 2.296 + 2.364 + 2.116} = \frac{11.485 - 1}{1 + 6.776} = \frac{10.485}{7.776} \approx 1.348$$

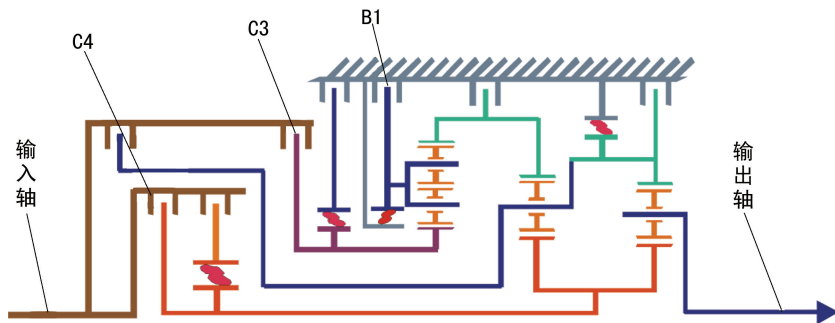


图 1-1-19 动力 3 档传动原理

故障分析：

如果在动力 3 档（其他品牌车辆在 S 位），汽车出现上坡无力、下坡无发动机制动等现象，但动力 1、2 档正常，可判断为制动器 B1 严重磨损或间隙过大。另外，制动器 B1 工作不良对倒档也有影响。如果在变速器解体后并未发现制动器 B1 有问题，可以根据制动器 B1 查找相应的电路信号电压、油路、传感器、电磁阀和 ECU 故障。

十、动力 4 档传动路线和档位分析

图 1-1-22 所示是 A760E/761E 自动变速器动力 4 档传动示意。动力离合器 C4 接合，向中、后排太阳轮输入。在发动机向车轮传递动力时，动力 4 档与 D4 并没有区别；当车轮向发动机反衬动力时，D4 档可以滑行，动力 4 档不能滑行。

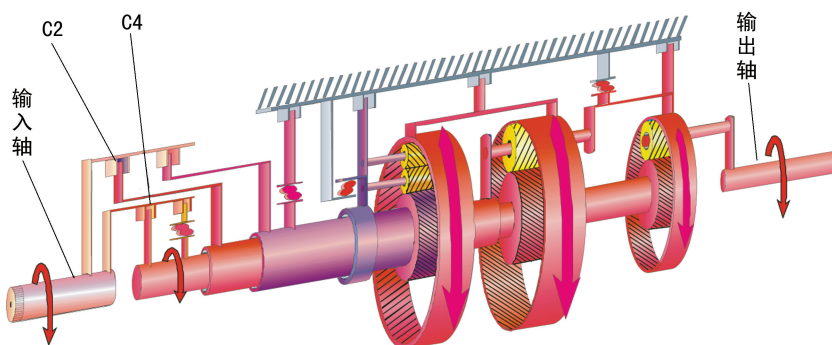


图 1-1-22 动力 4 档传动示意

动力 4 档关键执行元件：离合器 C2、C4。动力 4 档传动原理如图 1-1-23 所示。

4 档传动比计算：

$$i_4 = 1$$

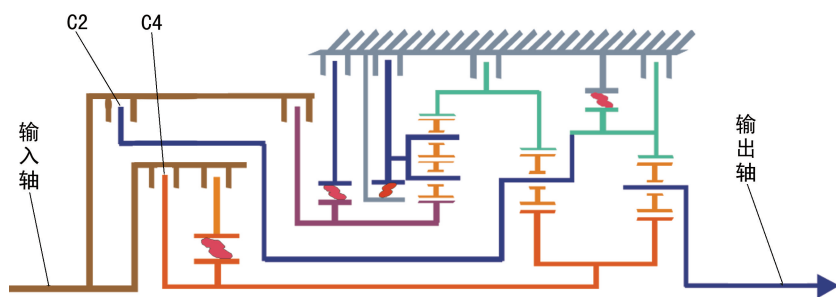


图 1-1-23 动力 4 档传动原理

故障分析：

如果在动力 4 档（其他品牌车辆在 S 位），汽车出现上坡无力、下坡无发动机制动等现象，可判断为离合器 C4 出问题。C4 出问题对所有的动力模式档位都有影响，可以根据离合器 C4 查找相应的电路、油路、传感器、电磁阀和 ECU 故障。

十一、D5 档传动路线和档位分析

图 1-1-24 所示是 A760E/761E 自动变速器 D5 档传动示意。

离合器 C2 接合，动力从中间行星架、后排齿圈顺转输入。

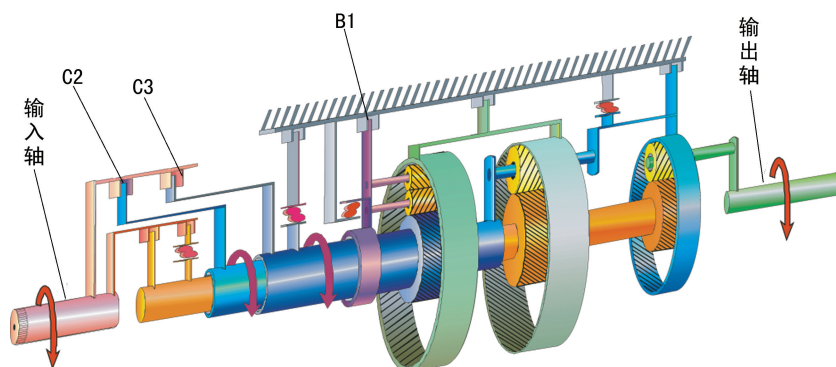


图 1-1-24 D5 档传动示意

(1) 前排 离合器 C3 接合, 动力又从前排太阳轮顺转输入, B1 制动了前排行星架, 第一行星轮与前排太阳轮外啮合 (改变方向) 自转 (反转), 将动力传给第二行星轮, 第二行星轮与第一行星轮外啮合自转 (顺转), 将动力传给前排齿圈, 前排齿圈与第二行星轮内啮合, 减速顺转向中排输出。

(2) 中排 行星架加速顺转, 齿圈减速顺转, 通过中排行星轮减速传给中排太阳轮反转。

(3) 后排 齿圈与中排行星架连接, 也在顺转输入, 太阳轮又与中排太阳轮连接, 反转输入一个动力, 向行星架加速输出, 实现 5 档传动。

D5 档关键执行元件: 离合器 C2、C3, 制动器 B1。D5 档传动原理如图 1-1-25 所示。

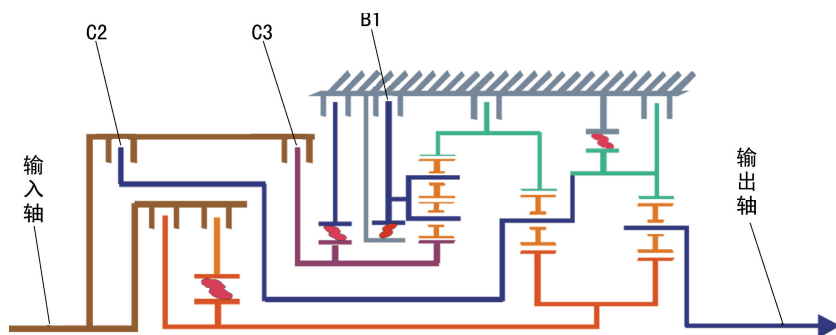


图 1-1-25 D5 档传动简图

5 档传动比计算:

$$i_5 = \frac{1 + \alpha_1}{\alpha_2 + \alpha_1 + 1 - (\frac{1}{\alpha_3})} = \frac{1 + 2.296}{2.364 + 2.296 + 1 - (1.117)} = \frac{3.296}{4.543} \approx 0.726$$

故障分析:

如果变速杆置于 D 位, 汽车出现不能自动升 5 档, 或者升 5 档时间太长现象, 说明离合器 C3、制动器 B1 出问题。制动器 B1 出问题对动力 3 档和倒档都有影响。如果在变速器解体后并未发现离合器 C3、制动器 B1 有问题, 可以根据离合器 C3、制动器 B1 查找相应的电路、油路、传感器、电磁阀和 ECU 故障。

十二、D6 档传动路线和档位分析

图 1-1-26 所示是 A760E/761E 自动变速器 D6 档传动示意。

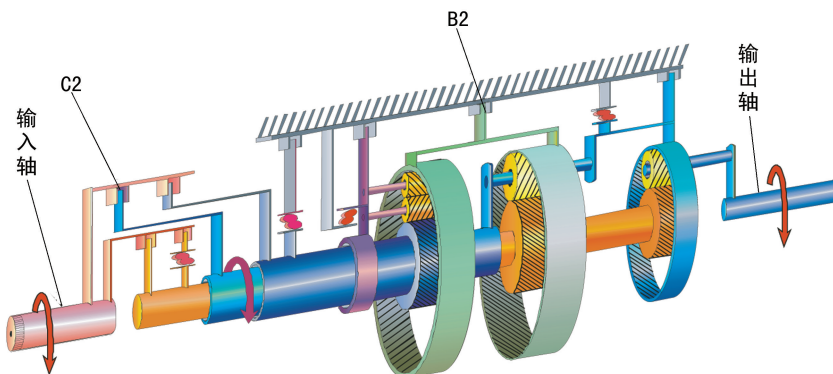


图 1-1-26 D6 档传动示意

离合器 C2 接合, 动力从中排行星架、后排齿圈顺转输入, 由于制动器 B2 制动了中排齿圈, 动力从中排太阳轮、后排太阳轮顺转向后排行星架超速输出。

D6 档关键执行元件：离合器 C2、制动器 B2。D6 档传动原理如图 1-1-27 所示。

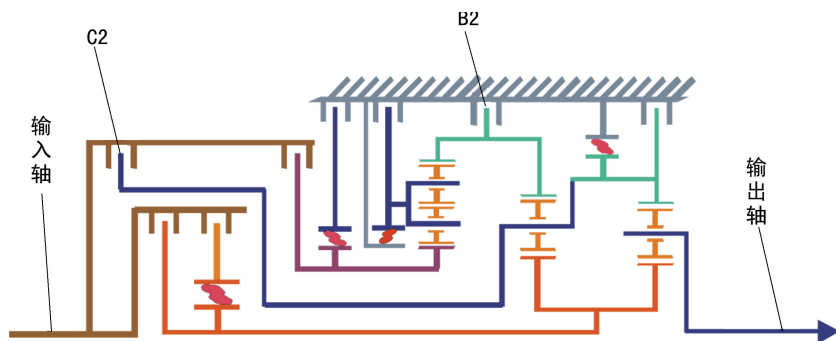


图 1-1-27 D6 档传动原理

6 档传动比计算:

$$i_6 = \frac{1 + \alpha_1}{\alpha_2 + \alpha_1 + 1} = \frac{1 + 2.296}{2.364 + 2.296 + 1} = \frac{3.296}{5.659} = 0.582$$

故障分析:

如果变速杆置于 D 位，汽车出现不能自动升 6 档，或者升 6 档时间太长现象，说明制动器 B2 出问题，B2 出问题对动力 2 档有影响。如果在变速器解体后并未发现制动器 B2 有问题，可以根据制动器 B2 查找相应的电路、油路、传感器、电磁阀和 ECU 故障。



十三、R 位传动路线和档位分析

图 1-1-28 所示是 A760E/761E 自动变速器 R 位传动示意。离合器 C3 接合，动力从前排太阳轮顺转输入，B3 制动了前排行星架，第一行星轮反转将动力传给第二行星轮，第二行星轮外啮合顺转将动力传给前排齿圈顺转向中排减速输出。由于制动器 B4 制动了后排齿圈、中排行星架，中排行星轮顺转，中排太阳轮与行星轮外啮合改变方向反转，后排太阳轮也反转输入，后齿圈不动，只有后排行星架减速反转输出。

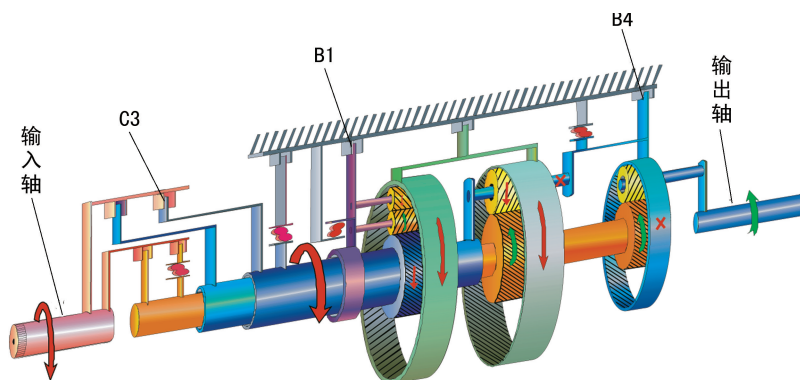


图 1-1-28 R 位传动示意

R 位关键执行元件：离合器 C3，制动器 B3、B4。R 位传动原理如图 1-1-29 所示。

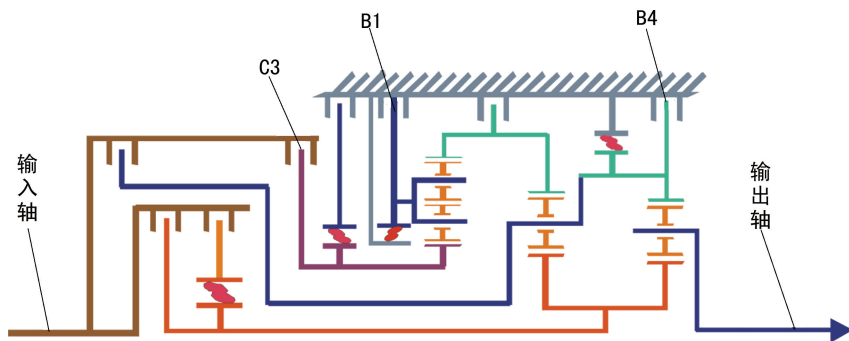


图 1-1-29 R 位传动原理

R 位传动比计算：

$$i_R = \alpha_3 \frac{1}{\alpha_2} \times (1 + \alpha_1) = 2.116 \times \frac{1}{2.364} \times 3.296 \approx 2.950$$

故障分析：

倒档出问题应检查离合器 C3，制动器 B1、B4，或检查相应的电路信号、油路、传感器、电磁阀和 ECU 故障。

特 别 注 意

当自动变速器出现锁止在 2 档行驶的现象时，表明自动变速器已经出现故障，必须尽快进行修理，否则会导致更加严重的故障后果！

A760E/761E 关键执行组件工况见表 1-1-1，各档传动比见表 1-1-2。

表 1-1-1 关键执行组件工况

变速杆在 D 位					动力档位					
D1	D2	D3	D4	D5	D6	1	2	3	4	R
C1	C1	C1	C1	C2	C2	C4	C4	C4	C4	C3
F4	F4	F4	F4	C3	B2	B4	B2	C3	C2	B1
F3	B3	C3	C2	B1				B1		B4
	F2	F1								
	F1									

表 1-1-2 A760E/761E 各档传动比

变速器型号	A761E	A760E
发动机型号	3UZ-FE	3GR-FE
1 档	3.296	3.296
2 档	1.958	1.958
3 档	1.348	1.348
4 档	1.000	1.000
5 档	0.726	0.726
6 档	0.582	0.582
R 位	2.950	2.950

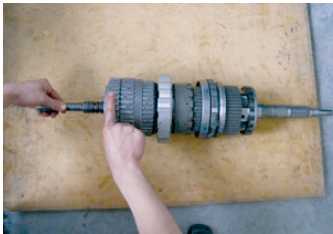
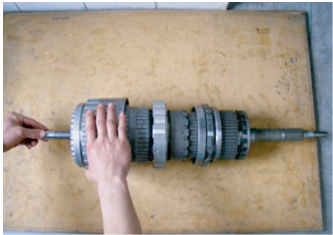
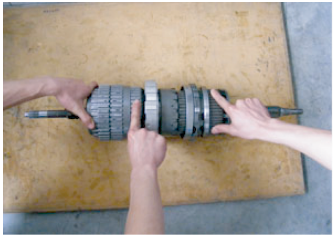
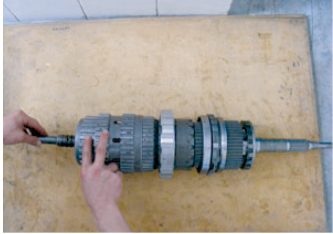
十四、丰田 A761E 自动变速器实物演示

丰田 A761E 各档位演示见表 1-1-3。

表 1-1-3 A761E 各档位演示

档 位	演示图	档 位	演示图
D1 档和手动 1 档		D2 档	

(续)

档 位	演示图	档 位	演示图
D3 档		D6 档	
D4 档		R 位	
D5 档			

第二节 丰田 A650E 5 档自动变速器

一、丰田 A650E 自动变速器特点

丰田公司雷克萨斯 LS400、LS430 等车型搭载 A650E 自动变速器。这款自动变速器有 5 个前进档和 1 个倒档，是在原“反传四档典型辛普森式”自动变速器的基础上再加上 1 个减速输出行星排变为 5 个前进档的。

A650E 自动变速器有四个行星排。

第一排：第一排为超速行星排，接涡轮的输入轴与行星架刚性连接。它有一个直接离合器 C0，在 1~4 档和倒档时接合，将动力 1:1 直接传出；一个制动器 B0，在超速档时将太阳轮制动，行星排输入，齿圈超速输出；一个单向离合器 F0，在 4 档进 5 档和 5 档退 4 档时起换挡平顺作用。

第二排与第三排：第二排与第三排相互串联在一起，可以实现 2~4 档和倒档。它有三个制动器，B1 在手动 3 档时起作用，B2 在 D3 档时起作用，B3 在手动 2 档和倒档时起作用；一个单向离合器 F1，在 D3 档时起作用。

第四排：第四排是低速输出行星排，它有一个制动器在手动 1 档时起作用，一个单向离合器 F2 在 D1 档时起作用。

另外，还有两个离合器 C1 和 C2，C1 为前进离合器，C2 为倒档离合器，但在直接档时也要帮助锁定公转。雷克萨斯车型驾驶室如图 1-2-1 所示。A650E 自动变速器传动示意如图 1-2-2 所示。



图 1-2-1 雷克萨斯车型驾驶室

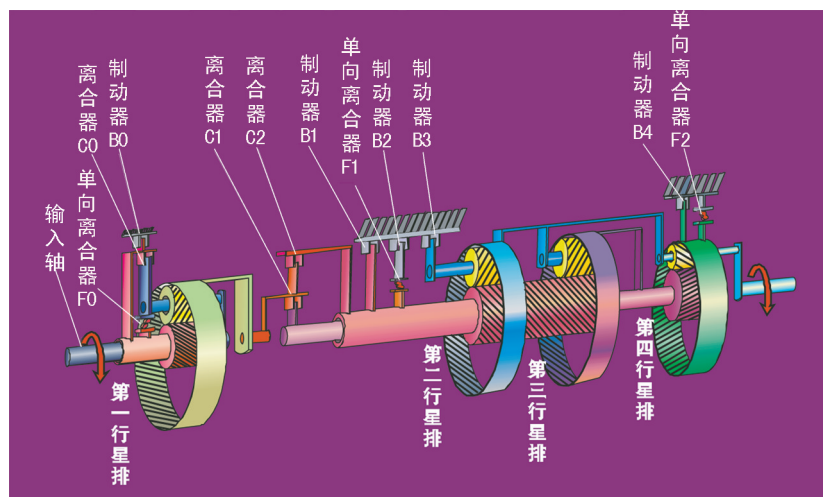


图 1-2-2 A650E 自动变速器传动示意

二、D 位 D1 档传动路线和档位分析

图 1-2-3 所示是 A650E 自动变速器 D1 档传动示意（D1 档也叫经济 1 档）。涡轮将旋转动力传给输入轴，由于输入轴与第一排行星架刚性连接，因此动力顺转输入。第一排离合器 C0 接合，动力从第一排 1:1 输入。离合器 C1 接合，动力直接向第四排太阳轮顺转输入（同时也向第三排齿圈空转输入）。第四排太阳轮顺转，由于输出行星架受阻，齿圈反向受力，被单



向离合器 F2 单向固定, 迫使输出行星架减速顺转输出, 实现 D 位 1 档动力传递 (第三排、第四排空转)。D1 档传动原理如图 1-2-4 所示。

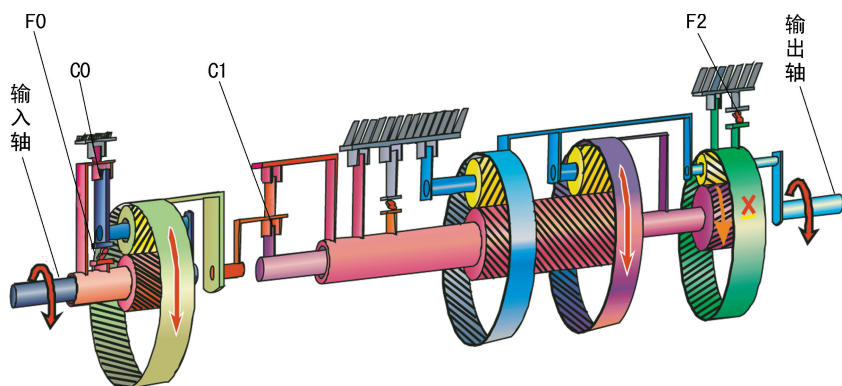


图 1-2-3 D1 档传动示意

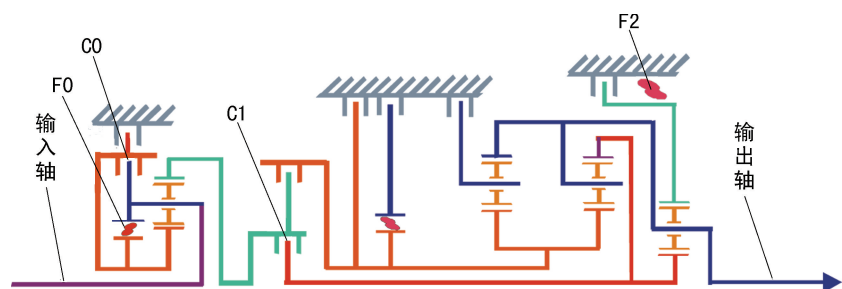


图 1-2-4 D1 档传动原理



三、动力 1 档传动路线和档位分析

图 1-2-5 所示是 A650E 自动变速器动力 1 档传动示意 (动力 1 档也叫手动 1 档)。涡轮将旋转动力传给输入轴, 由于输入轴与第一排行星架刚性连接, 因此动力顺转输入。第一排离合器 C0 接合, 动力从第一排 1:1 输入。离合器 C1 接合, 动力直接向第四排太阳轮顺转输入 (同时也向第三排齿圈空转输入)。第四排太阳轮顺转, 由于输出行星架受阻, 齿圈反向受力, 被制动器 B4 双向固定, 迫使输出行星架减速顺转输出, 实现动力 1 档传递。

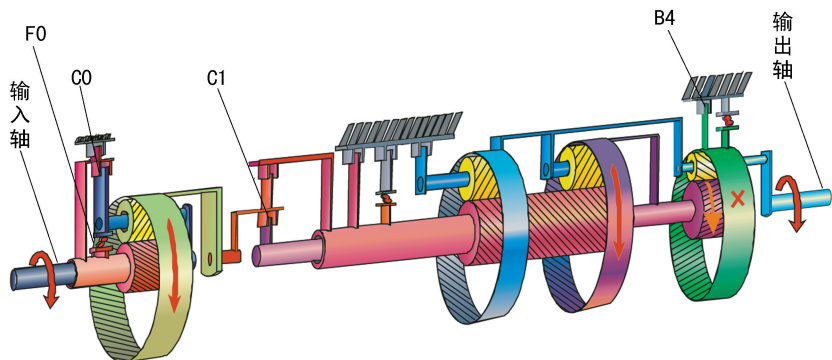


图 1-2-5 动力 1 档传动示意

需要说明的是，如果是发动机向车轮传递动力，动力 1 档与 D1 档并没有区别。如果是车轮向发动机反衬动力时，由于制动器 B4 制动，第四排齿圈既不能反转也不能顺转，所以就有了发动机制动效果。动力 1 档传动原理如图 1-2-6 所示。

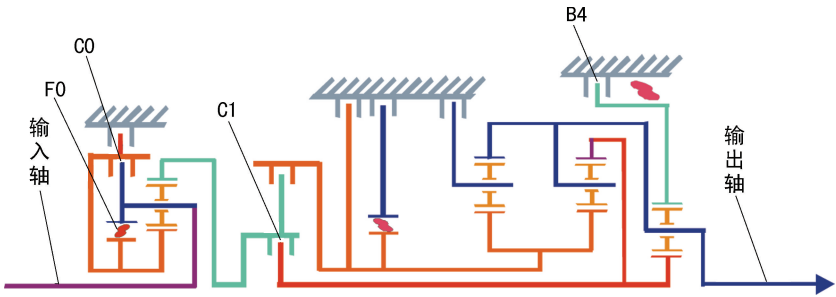


图 1-2-6 动力 1 档传动原理

四、D2 档传动路线和档位分析

图 1-2-7 所示是 A650E 自动变速器 D2 档传动示意。第一排离合器 C0 接合，动力从第一排 1 : 1 输入。离合器 C1 接合，动力从第三排齿圈顺转输入，由于第三排行星架受阻，行星轮顺转传给第三排太阳轮（反转），由于第三排与第二排是公共太阳轮，所以第二排太阳轮反转输入，第二排行星架被制动器 B3 双向固定，行星轮（自转）改变方向（顺转）将动力传给第二排齿圈一级减速向第四排行星架输出。另外，由于输出轴顺转，第三排行星架与正在顺转输入的齿圈比较有一个顺时针方向旋转的提前量，导致公共太阳轮反转速度变慢（也就是二次减速）。

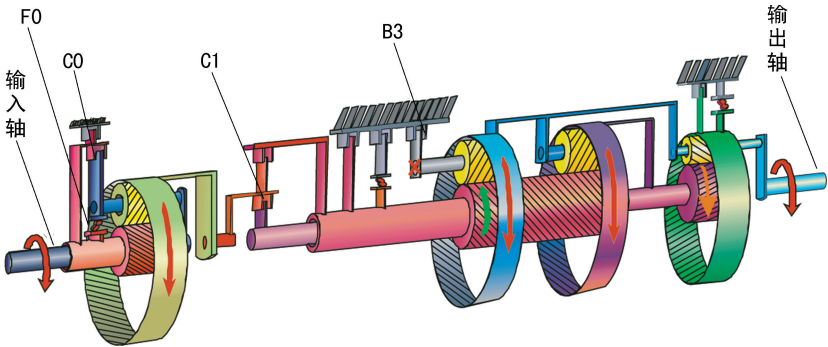


图 1-2-7 D2 档传动示意

说明

第三排齿圈输入，太阳轮反转输出，会给我们造成一个超速输出的假象，但实际是个双排双级减速的低速档。D2 档传动原理如图 1-2-8 所示。

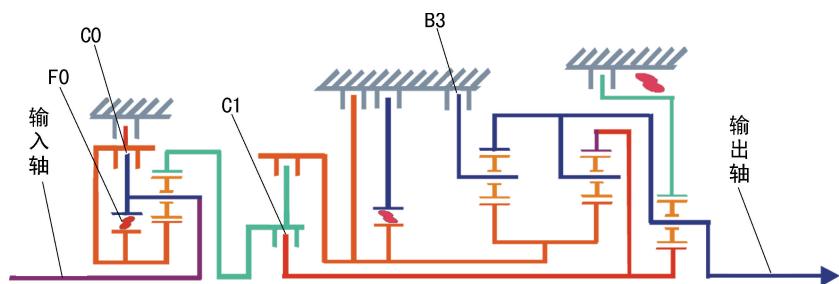


图 1-2-8 D2 档传动原理



五、D3 档传动路线和档位分析

图 1-2-9 所示是 A650E 自动变速器 D3 档传动示意。第一排离合器 C0 接合，动力从第一排 1 : 1 输入。离合器 C1 接合，动力从第三排齿圈顺转输入，由于制动器 B2、F1 单向制动了公共太阳轮（1 档时太阳轮反转），第三排行星架一级减速向第四排行星架输出实现 D3 档。D3 档传动原理如图 1-2-10 所示。

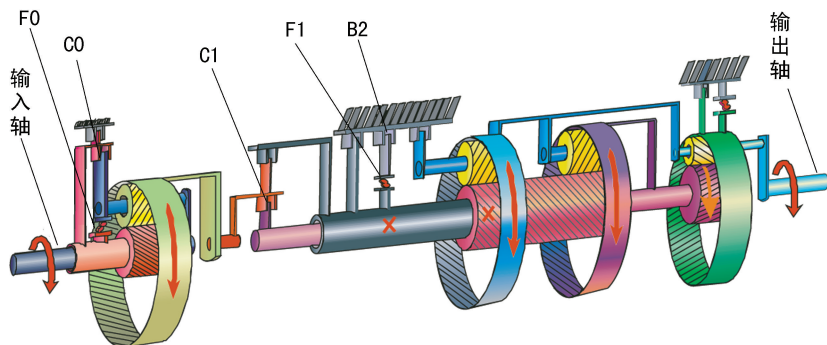


图 1-2-9 D3 档传动示意

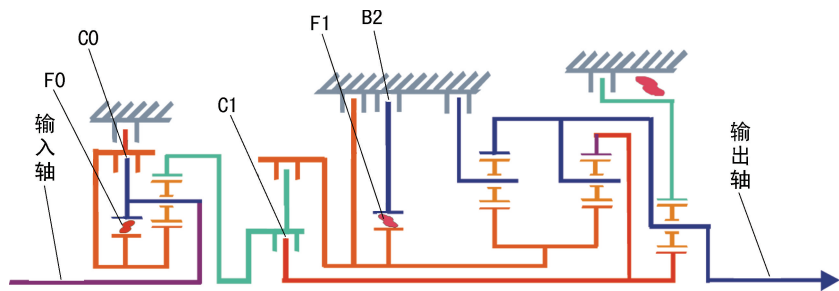


图 1-2-10 D3 档传动原理



六、动力 3 档传动路线和档位分析

图 1-2-11 所示是 A650E 自动变速器动力 3 档传动示意。第一排离合器 C0 接合，动力从第一排 1 : 1 输入。离合器 C1 接合，动力从第三排齿圈顺转输入，由于制动器 B1 直接制动了公共太阳轮，动力从第三排行星架输出（这是一个有发动机制动的 3 档）。动力 3 档传动原理如图 1-2-12 所示。

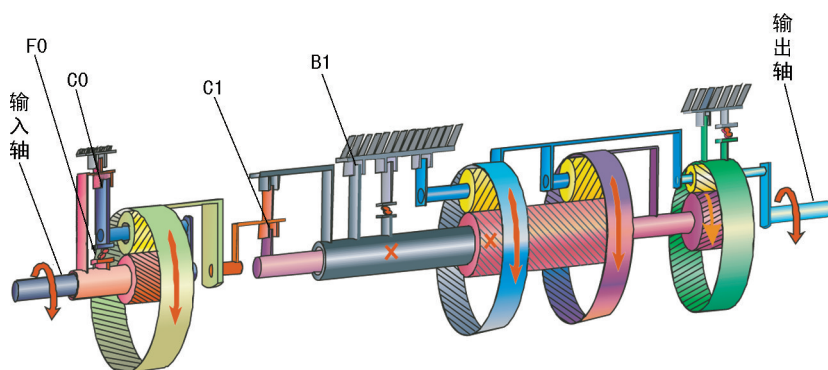


图 1-2-11 动力 3 档传动示意

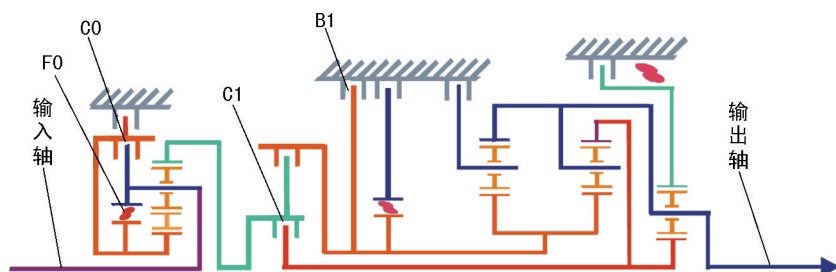


图 1-2-12 动力 3 档传动原理

七、D4 档传动路线和档位分析

图 1-2-13 所示是 A650E 自动变速器 D4 档传动示意。第一排离合器 C0 接合，动力从第一排 1:1 输入。离合器 C1 接合，动力从第三排齿圈顺转输入。另外，离合器 C2 也接合，动力又传向公共太阳轮，几个齿数不等的齿轮相互锁定 1:1 公转输出实现 D4 档（也就是直接档）。D4 档传动原理如图 1-2-14 所示。

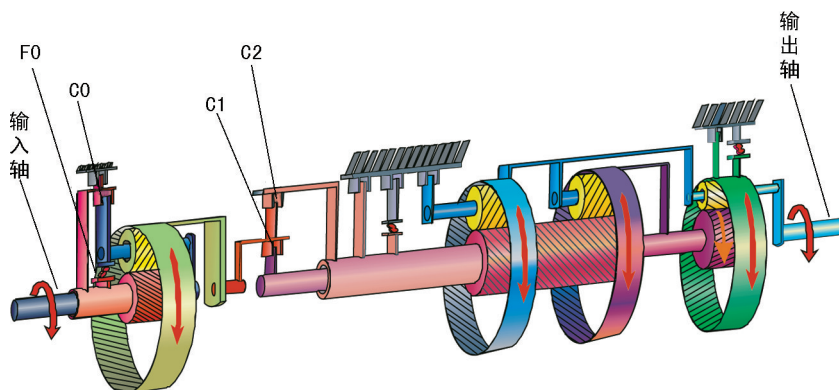


图 1-2-13 D4 档传动示意

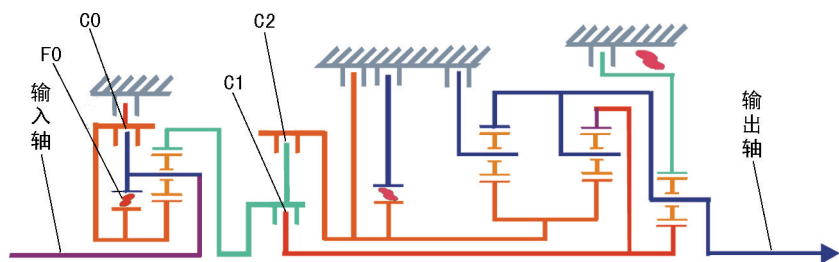


图 1-2-14 D4 档传动原理



八、D5 档传动路线和档位分析

图 1-2-15 所示是 A650E 自动变速器 D5 档传动示意。当汽车行驶速度达到 D5 档范围时，制动器 B0 将第一排太阳轮制动，行星架输入，齿圈超速输出。离合器 C1、C2 接合，将前面传动比小于 1 的转速输出，实现 D5 档动力传动。D5 档传动原理如图 1-2-16 所示。

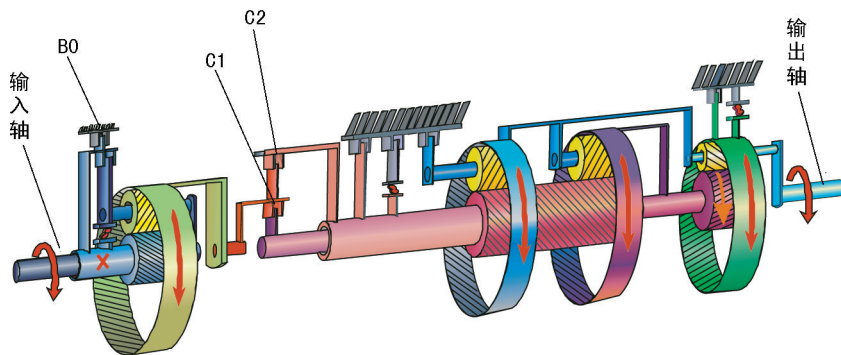


图 1-2-15 D5 档传动示意

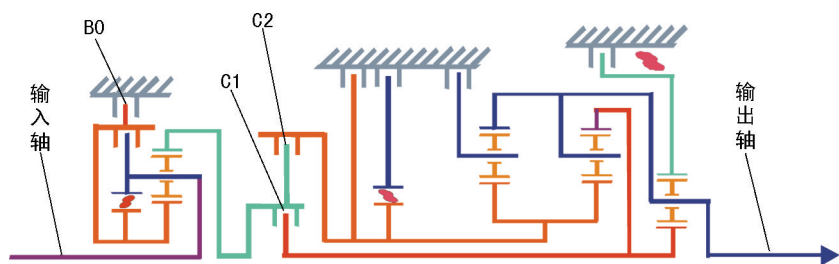


图 1-2-16 D5 档传动原理



九、R 位传动路线和档位分析

图 1-2-17 所示是 R 位传动示意。第一排 C0、F0 工作，将动力 1:1 向后输出。离合器 C2 接合，由公共太阳轮顺转输入，B3 制动了第二排行星架（行星轮反转），第二排齿圈内啮合一级减速反转向第四排行星架输出实现倒档（第四排 B4 制动了齿圈，目的是不与其空转）。R

位传动原理如图 1-2-18 所示。

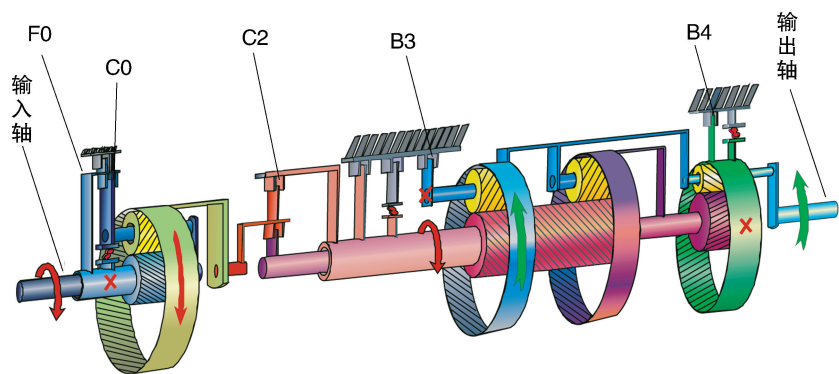


图 1-2-17 R 位传动示意

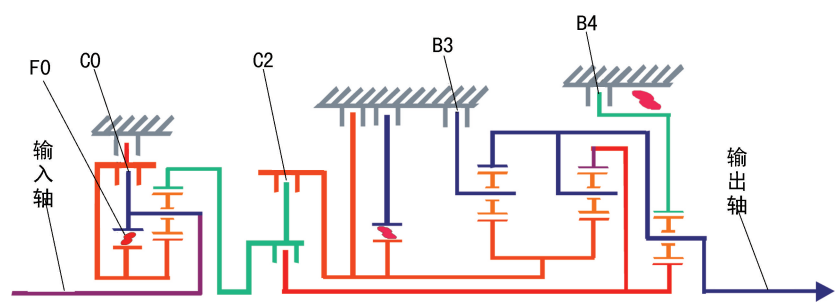


图 1-2-18 R 位传动原理

A650E 关键执行组件工况见表 1-2-1。

表 1-2-1 A650E 关键执行组件工况

D1	D2	D3	D4	D5	1	2	3	4	R
C0	C0	C0	C0	B0	C0	C0	C0	C0	C0
F0	F0	F0	F0	C1	F0	F0	F0	F0	F0
C1	C1	C1	C1	C2	C1	C1	C1	C1	C2
F2	B3	B2	C2		B4	B3	B1	C2	B3
		F1							B4

十、自动变速器无前进档故障诊断

- (1) 症状表现 汽车在前进档时不能行驶；变速杆在 D 位时不能起步，在 S 位、L 位（或 2 位、1 位）时可以起步。
- (2) 分析思路/可能的故障原因
 - ① 前进离合器严重打滑。
 - ② 前进单向超越离合器打滑或装反。



- ③ 前进离合器油路严重泄漏。
- ④ 变速杆调整不当。

技 能 点 拨

- ① 检查变速杆（档位操纵机构）的调整情况。如果异常，应按规定程序重新调整。
- ② 测量前进档主油路油压。若油压过低，说明主油路严重泄漏，应拆检自动变速器，更换前进档油路上各处的密封圈和密封环。
- ③ 若前进档的主油路油压正常，应拆检前进离合器。如摩擦片表面粉末冶金烧焦或磨损过甚，应更换摩擦片。

第三节 丰田 U660E 6 档自动变速器

一、丰田 U660E 自动变速器特点

丰田公司新款普瑞维亚搭载的 U660E 自动变速器由一个拉维娜行星排和一个单行星排组合而成，可以实现六个前进档和一个倒档。为了便于理解，我们称其左方向为前排（第一排），右方向为后排（第三排），中间排为第二排。

(1) 三个制动器 B1、B2、B3 制动器 B1 制动第一排行星架，制动器 B2 制动第一排齿圈，制动器 B3 制动中排齿圈。

(2) 两个离合器 C1、C2 输入轴通过离合器 C1 连接第二排齿圈，通过离合器 C2 连接第三排太阳轮。

(3) 一个单向离合器 F 单向离合器 F 外圈固定，内圈控制第二排齿圈（也是起步单向离合器）。

(4) 动力输入方式 输入轴前端与第一排太阳轮刚性连接，后端与两个离合器 C1、C2 连接。离合器 C1 接合，可以将动力传给第二排齿圈，离合器 C2 接合，可以将动力传给第三排太阳轮。这款变速器有六个执行元件，第一排为单排行星齿轮机构，第二、三排为拉维娜行星齿轮机构，整体属于复合式行星齿轮变速机构。丰田公司称之为超级自动变速器。新款普瑞维亚驾驶室如图 1-3-1 所示，U660E 自动变速器传动示意如图 1-3-2 所示。



图 1-3-1 新款普瑞维亚驾驶室

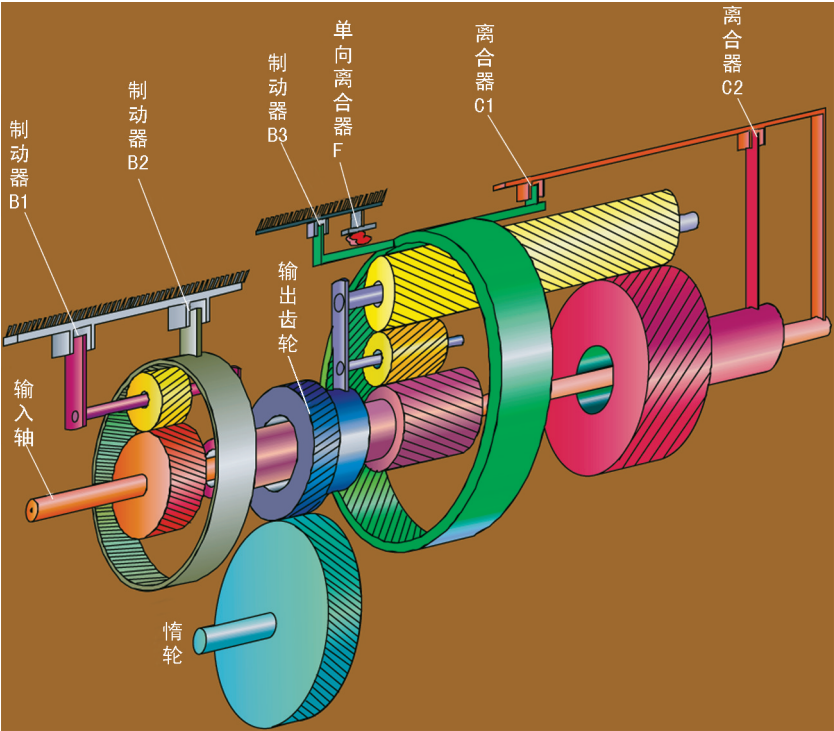


图 1-3-2 U660E 自动变速器传动示意

二、U660E 自动变速器操作注意事项

①驾驶人通过变速杆选择 S 模式。此时，根据车速，档位选择为 4 或 5 档（在人工智能换挡控制时，对当前档位进行控制的档位被作为最可用的档位显示出来）。然后，随着驾驶人向前（“+” 档位）或向后（“-” 档位）移动变速杆，档位每次变化一位。在此控制下，自动变速器电子控制单元（ECT ECU）在驾驶人所选的可用档位内实施最优化档位控制。对于普通自动变速器，当车辆停止时，档位换到 1 档。当变速杆处于 S 模式时，组合仪表上的 S 模式指示灯亮起。档位指示灯指示驾驶人所选的档位状态。换档模式如图 1-3-3 所示。

②在路况支持控制下，ECT ECU 可以根据节气门的开度和车速，确定车辆是否正在上坡或下坡。为了在上坡行驶过程中达到最佳的驱动力，此控制可以防止变速器换高速档（5 档或 6 档）。为了在下坡行驶过程中达到最佳的发动机制动效果，此控制可以将变速器自动换低速档（5 档、4 档或 3 档）。上下坡自动控制如图 1-3-4 所示。可用档位见

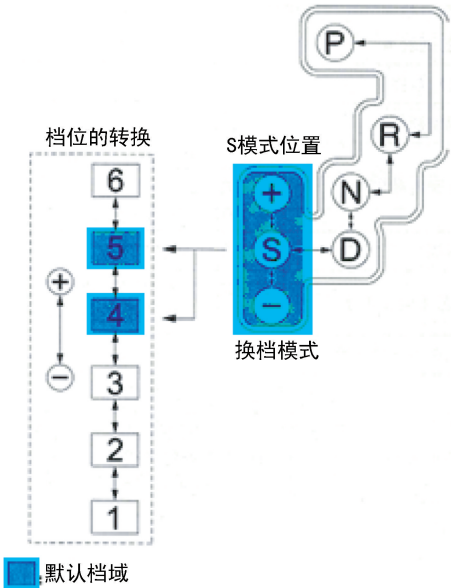


图 1-3-3 U660E 自动变速器换档模式

表1-3-1。

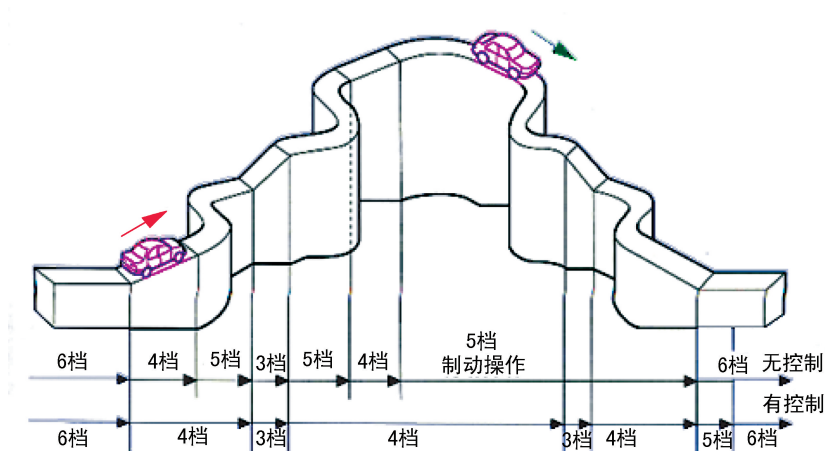


图 1-3-4 上下坡自动控制

表 1-3-1 可用档位

档域指示灯指示	档域	可用档位
6	6	6 档→5 档→4 档→3 档→2 档→1 档
5	5	5 档→4 档→3 档→2 档→1 档
4	4	4 档→3 档→2 档→1 档
3	3	3 档→2 档→1 档
2	2	2 档→1 档
1	1	1 档

③诊断。ECT ECU 检测到故障时，会作出诊断并记忆与故障相关的信息。此外，组合仪表中的检查发动机警告灯会变亮或闪烁以通知驾驶人出现故障。同时，诊断故障码（DTC）会储存在记忆中。储存在 ECT ECU 中的 DTC 可以通过发动机 ECU 输出到连接到 DLC3 上的智能测试仪Ⅱ上。

④电磁阀在正常状态下的运行见表 1-3-2。

表 1-3-2 电磁阀在正常状态下的运行

档位		1 档	2 档	3 档	4 档	5 档	6 档
电磁阀	SL1		○	○	○	×	×
	SL2	×	×	×	○	○	○
	SL3	×	○	○	×	×	○
	SL4	×	×	○	×	○	×

注：○为 ON；×为 OFF。

⑤失效保护。在传感器出现故障时，失效保护控制见表 1-3-3。电磁阀出现故障时，失效保护控制能使运行损失最小化，见表 1-3-4。

表 1-3-3 失效保护控制（一）

故障零件	功 能
输入涡轮转速传感器	仅可以切换到 1 档或 3 档
中间轴齿轮转速传感器	可以在 1 档至 4 档之间切换
ATF 温度传感器	可以在 1 档至 4 档之间切换
ECT ECU 电源（电压低）	当车辆以 6 档行驶时，变速器固定在 6 档。如果以 1~5 档行驶时，变速器则固定在 5 档
CAN 通信	仅可以切换到 1 档或 3 档
爆燃传感器	可以在 1 档至 4 档之间切换
电磁阀 SL1、SL2、SL3 和 SL4	故障电磁阀的电流被切断，通过其他电磁阀来执行换挡控制

表 1-3-4 失效保护控制（二）

正常操作中的档位		1 档	2 档	3 档	4 档	5 档	6 档
SL1	OFF 故障（不带失效保护控制）	1-N 位	2-N 位	3-N 位	4-N 位	5 档	6 档
	ON 故障（不带失效保护控制） ^①	1 档	2 档	3 档	4 档	5-4 档	6-4 档
	OFF 故障时的失效保护控制	固定在 3 档或 5 档 ^②					
	OFF 故障时的失效保护控制（ATF 压力开关 1 或 2 故障）	固定在 3 档或 5 档 ^②					
SL2	OFF 故障（不带失效保护控制）	1 档	2 档	3 档	4-1 档	5-N 位	6-N 位
	ON 故障（不带失效保护控制） ^①	1-4 档	2-4 档	3-4 档	4 档	5 档	6 档
	OFF 故障时的失效保护控制	1 档	2 档	3 档	3 档 ^③	3 档 ^③	3 档 ^③
	OFF 故障时的失效保护控制（ATF 压力开关 1 或 2 故障）	固定在 2 档或 3 档 ^③					
SL3	OFF 故障（不带失效保护控制）	1 档	2-1 档	3 档	4 档	5 档	6-N 位
	ON 故障（不带失效保护控制） ^①	1-2 档	2 档	3 档	4 档	5 档	6 档
	OFF 故障时的失效保护控制	1 档	2 档	3 档	4 档	5 档	5 档 ^③
	OFF 故障时的失效保护控制（ATF 压力开关 1 或 2 故障）	固定在 3 档 ^③					
SL4	OFF 故障（不带失效保护控制）	1 档	2 档	3-1 档	4 档	5-N 位	6 档
	ON 故障（不带失效保护控制） ^①	3 档	3 档	3 档	4 档	5 档	5 档
	OFF 故障时的失效保护控制	1 档 ^④	2 档 ^④	4 档 ^④	4 档 ^④	6 档	6 档
	OFF 故障时的失效保护控制（ATF 压力开关 1 或 2 故障）	固定在 2 档 ^③					

注：①ON 故障产生时失效保护控制不启动。

②如果故障已经存在于 P、R 或 N 位，并且在档位转换到 1 档时检测到故障，那么档位固定在 5 档。此后，如果选择 P、R 或 N 位中的任一个档位，档位则固定在 3 档。

③档位固定在空档位置，直到车速达到能够使变速器换挡的速度。

④禁止换到 5 档和 6 档。



维修点拨

如果表 1-3-4 失效保护控制（二）中讲述的内容不太好理解的话，还可以换一个角度来帮助我们理解：SL1、SL2、SL3、SL4 为四个换挡电磁阀，当四个换挡电磁阀其中的一个出现故障时，ECT ECU 启动失效保护控制，用好的电磁阀所控制的档位来代替缺失（电磁阀）功能档位，使汽车能继续行驶然后进行修理。2005 年以后生产的丰田系列 AT 变速器也可以参照此维修点拨方法。

三、D1 档传动路线和档位分析

图 1-3-5 所示是 U660E 自动变速器 D1 档传动示意。涡轮接输入轴顺时针旋转，离合器 C2 接合，动力从第三排太阳轮顺时针旋转输入，长行星轮与太阳轮外啮合改变旋转方向反转，此时的（二、三排）公共齿圈受反力影响被单向离合器 F 单向卡住不动，只有推动公共行星架顺时针减速输出实现 D1 档动力传递。另外，第二排由于长行星轮反转并与短行星轮外啮合，短行星轮改变方向（顺转）并与第二排小太阳轮外啮合，小太阳轮再次改变旋转方向（反转）（第二排为空转）。D1 档关键执行元件：C2、F。D1 档传动原理如图 1-3-6 所示。

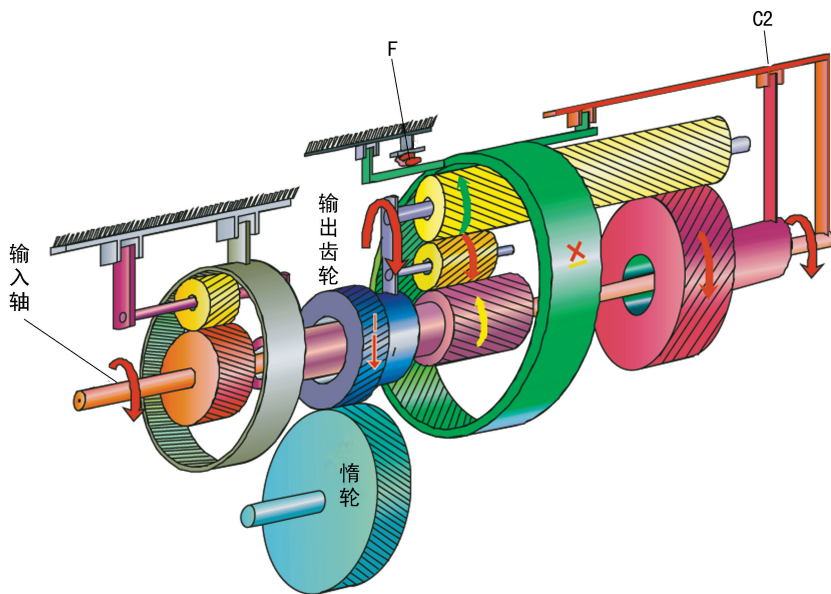


图 1-3-5 D1 档传动示意

四、动力 1 档传动路线和档位分析

图 1-3-7 所示是 U660E 自动变速器动力 1 档传动示意。涡轮接输入轴顺时针旋转，离合器 C2 接合，动力从第三排太阳轮顺时针旋转输入，长行星轮与太阳轮外啮合改变旋转方向反

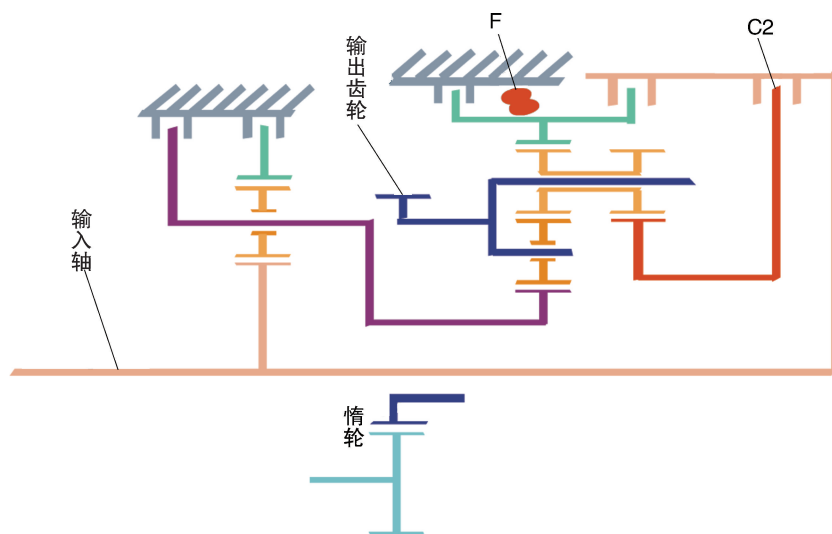


图 1-3-6 D1 档传动原理

转，此时的（二、三排）公共齿圈受反力影响被制动器 B3 双向制动，只有推动公共行星架顺时针减速输出实现动力 1 档动力传递。发动机向车轮传递动力时，动力 1 档与 D1 档没有区别。但在车轮滑行时，D1 档则可以在单向离合器 F 的内圈上打滑，动力 1 档由于被制动器 B3 双向固定，不能打滑，因此有发动机制动效果。动力 1 档关键执行元件：C2、B3。动力 1 档传动原理如图 1-3-8 所示。

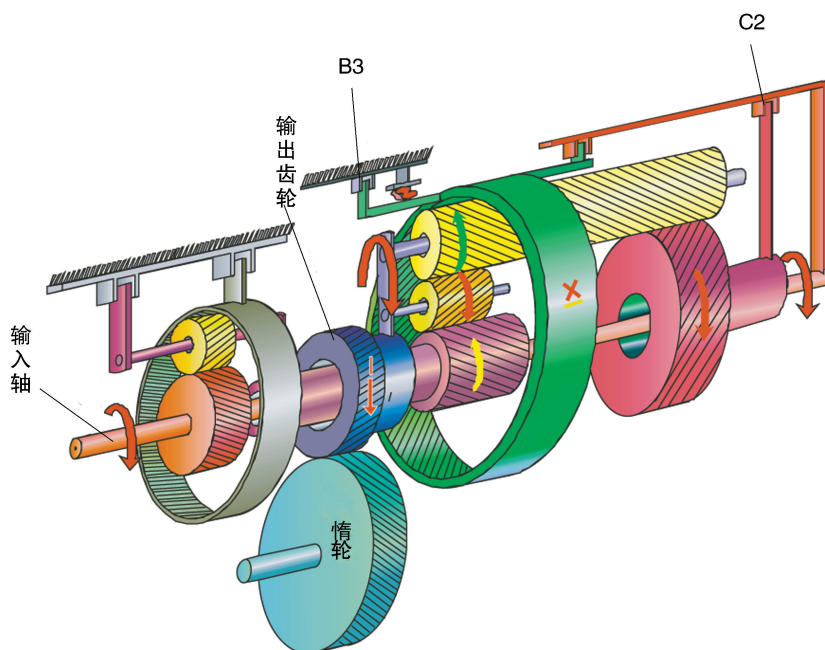


图 1-3-7 动力 1 档传动示意

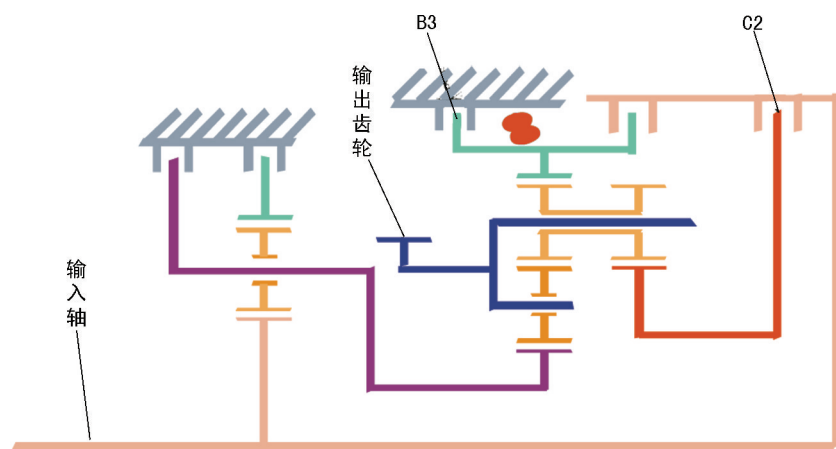


图 1-3-8 动力 1 档传动原理



五、D2 档传动路线和档位分析

图 1-3-9 所示是 U660E 自动变速器 D2 档传动示意。开始还是离合器 C2 接合，和 1 档传动路线相同。由于制动器 B1 制动了第一排行星架和第二排小太阳轮（它们是串联在一起的），又由于长行星轮在反转，公共齿圈受反力影响（有反转的趋势）被单向离合器 F 单向卡住。这些因素导致公共行星架以 2 档的速度输出。D2 档关键执行元件：C2、B1、F。D2 档传动原理如图 1-3-10 所示。

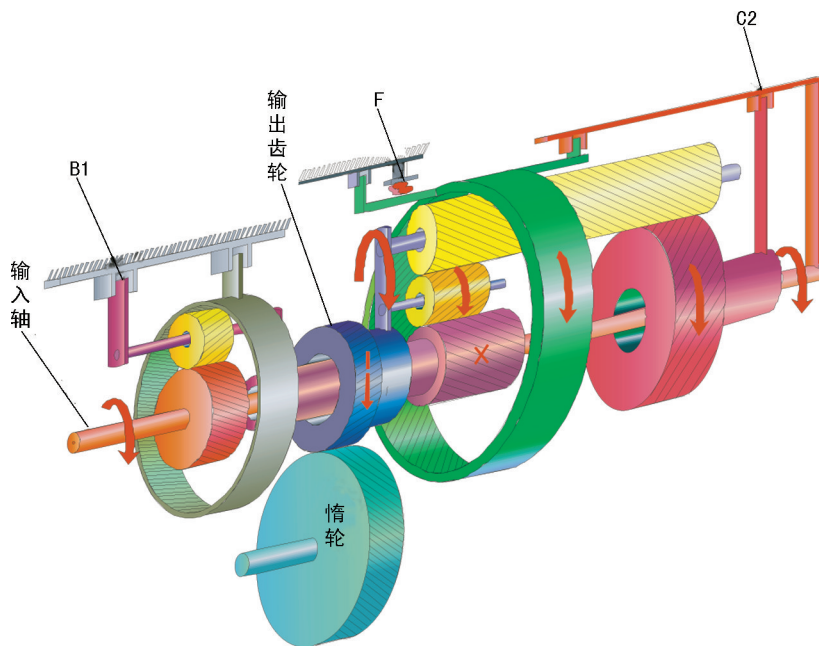


图 1-3-9 D2 档传动示意

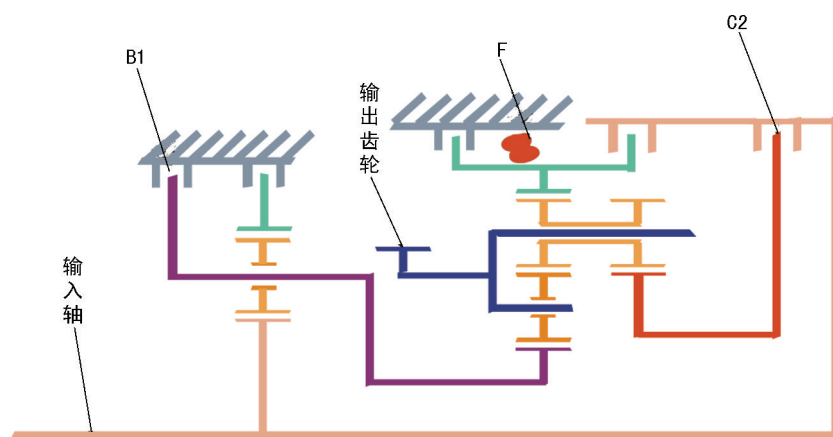


图 1-3-10 D2 档传动原理

六、D3 档传动路线和档位分析

图 1-3-11 所示是 U660E 自动变速器 D3 档传动示意。离合器 C2 接合，将动力从第三排太阳轮顺转输入，长行星轮与太阳轮外啮合反转将动力传给公共齿圈，齿圈有反转的趋势但被单向离合器 F 卡住单向固定不动。另外，由于制动器 B2 制动了第一排齿圈，第一排也有一个太阳轮在顺转输入并驱动行星架减速顺转向第二排太阳轮再次顺转输入。这样，第二排和第三排太阳轮的顺转动力共同推动公共行星架减速顺转输出，实现 3 档动力传递。D3 档关键执行元件：C2、B2、F。D3 档传动原理如图 1-3-12 所示。

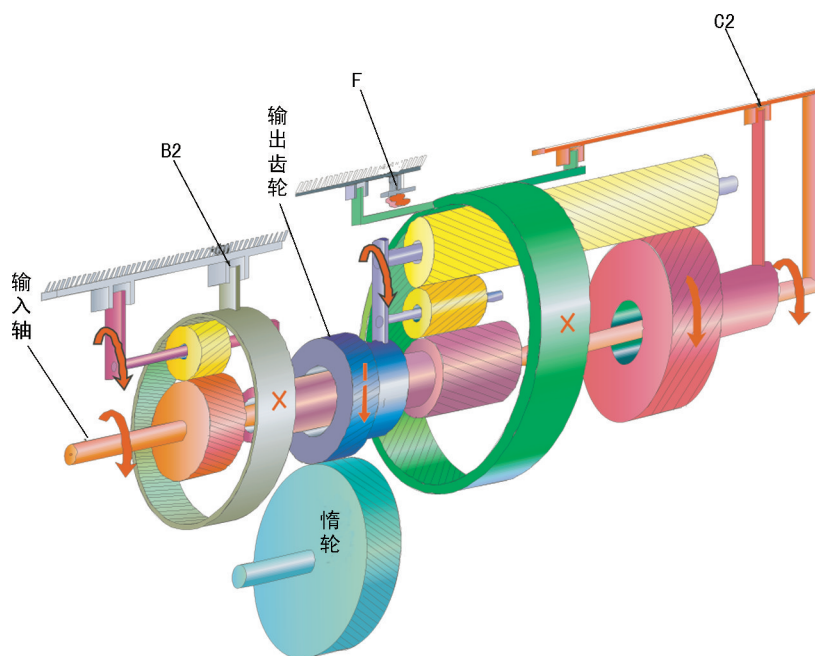


图 1-3-11 D3 档传动示意

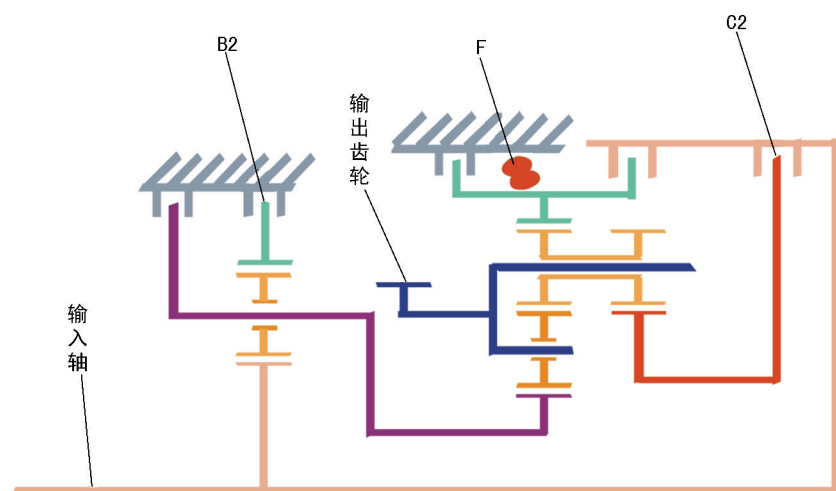


图 1-3-12 D3 档传动原理



七、D4 档传动路线和档位分析

图 1-3-13 所示是 U660E 自动变速器 D4 档传动示意。离合器 C1 接合，将动力连接到公共齿圈上。离合器 C2 接合，动力又传递给第三排大太阳轮。这样两套离合器将动力传到两个齿数不相等的齿轮上相互啮合二、三行星排以 1 : 1 的速度公转输出（直接档）。第一排空转。D4 档关键执行元件：C1、C2。D4 档传动原理如图 1-3-14 所示。

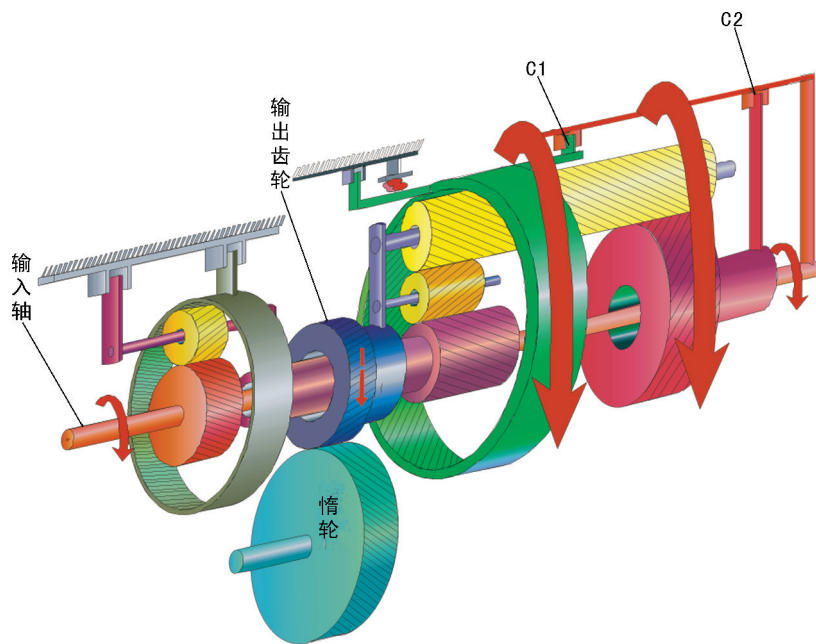


图 1-3-13 D4 档传动示意

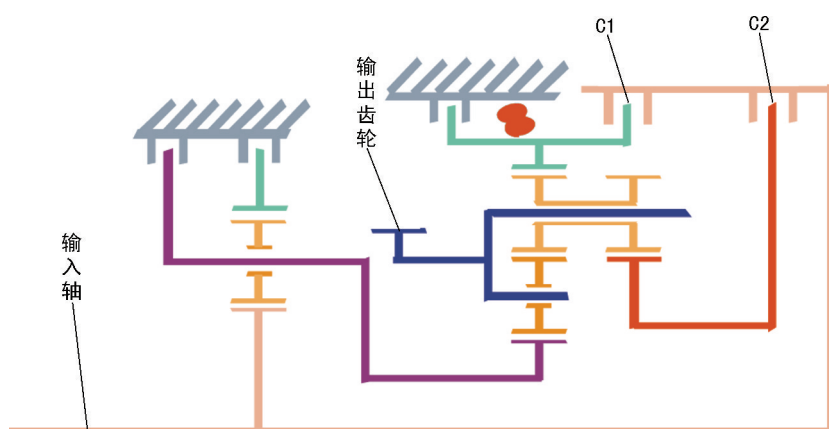


图 1-3-14 D4 档传动原理

八、D5 档传动路线和档位分析

图 1-3-15 所示是 U660E 自动变速器 D5 档传动示意。它有两套动力输入：第一套动力是离合器 C1 接合，动力从公共齿圈顺转（超速）输入；另一套动力是第一排制动器 B2 制动了齿圈，由于第一排太阳轮和输入轴刚性连接顺时针旋转输入，动力又从第一排行星架向第二排小太阳轮顺转（减速）输入。这样在第二排齿圈和太阳轮上用两套动力来驱动行星架顺转（一超一减）输出。这里不同于单排单级的行星轮动力分析，如果是单排单级的行星轮有两套动力输入会啮合一起公转，而单排双级行星排有一个短行星轮，齿圈和太阳轮两套动力，可以以不同的转速同时向第二排行星架输出。D5 档传动比小于 1。D5 档关键执行元件：C1、B2。D5 档传动原理如图 1-3-16 所示。

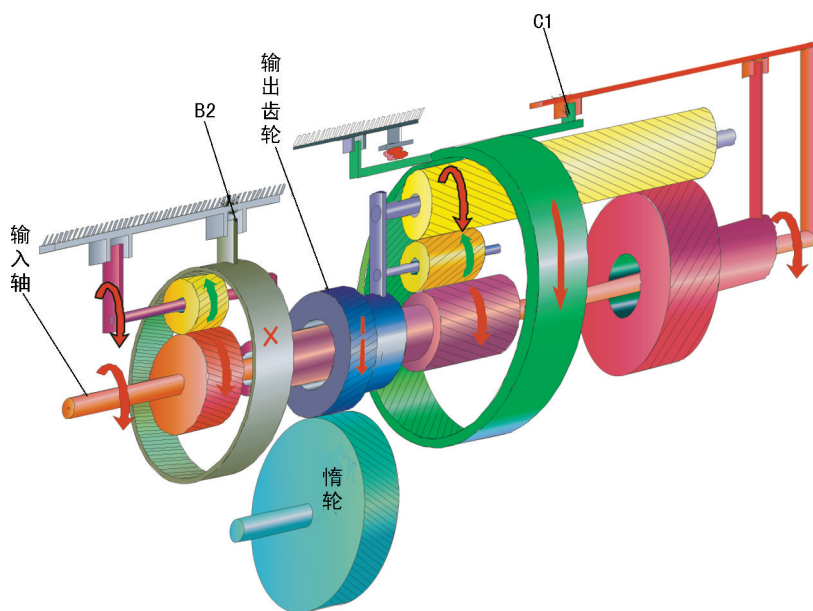


图 1-3-15 D5 档传动示意

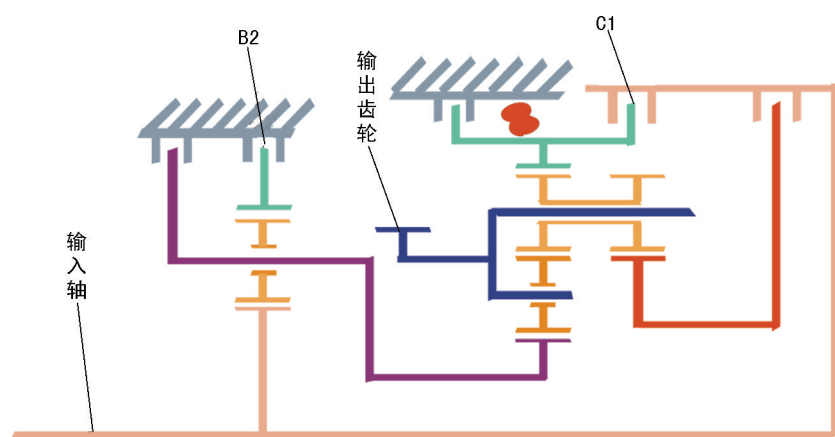


图 1-3-16 D5 档传动原理



九、D6 档传动路线和档位分析

图 1-3-17 所示是 U660E 自动变速器 D6 档传动示意。离合器 C1 接合，动力从公共齿圈顺转（超速）输入，由于制动器 B1 制动了第一排行星架（也就是第二排太阳轮），公共行星架超速顺转输出，传动比小于 1。第一排太阳轮虽然也在顺转，但传给齿圈后齿圈空转。D6 档关键执行元件：C1、B1。D6 档传动原理如图 1-3-18 所示。

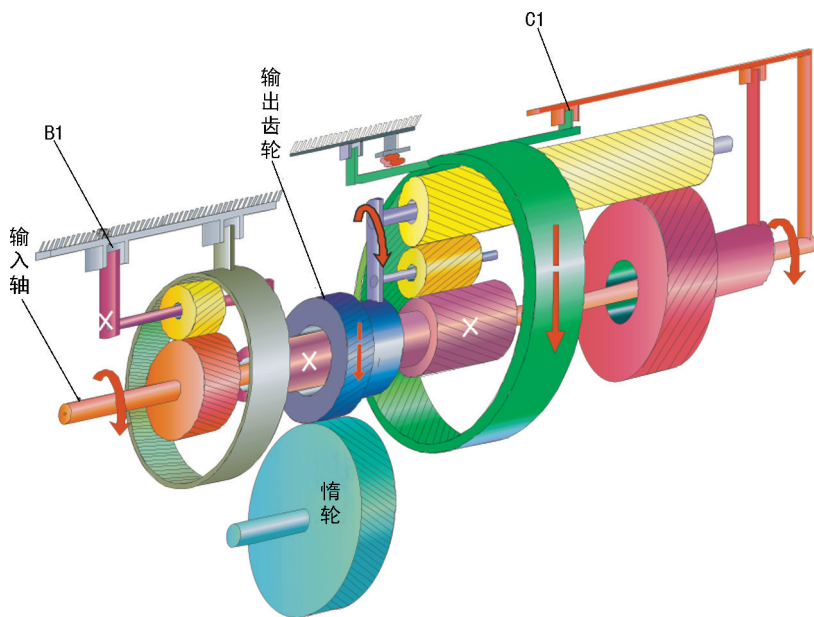


图 1-3-17 D6 档传动示意



十、R 位传动路线和档位分析

图 1-3-19 所示是 R 位传动示意。输入轴与前太阳轮连接顺时针旋转输入，由于 B2 制动了

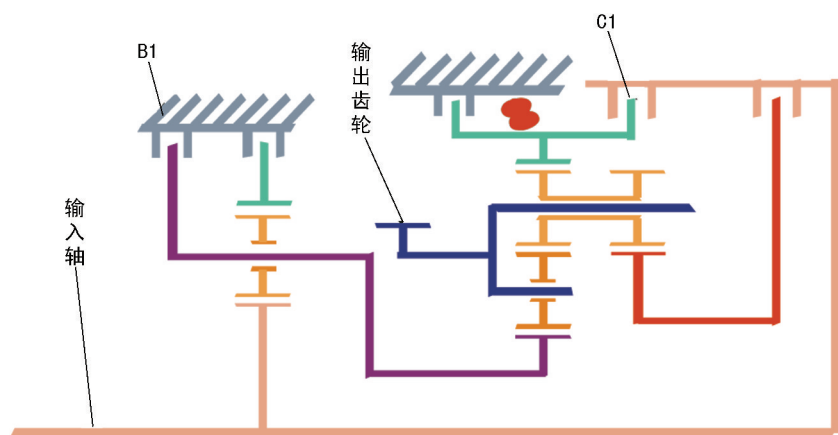


图 1-3-18 D6 档传动原理

前排齿圈，前排行星架与第二排太阳轮连接再次顺转减速输入。第一行星轮反转，B3 制动了第二排齿圈，行星架减速反转输出实现倒档。R 位传动原理如图 1-3-20 所示。

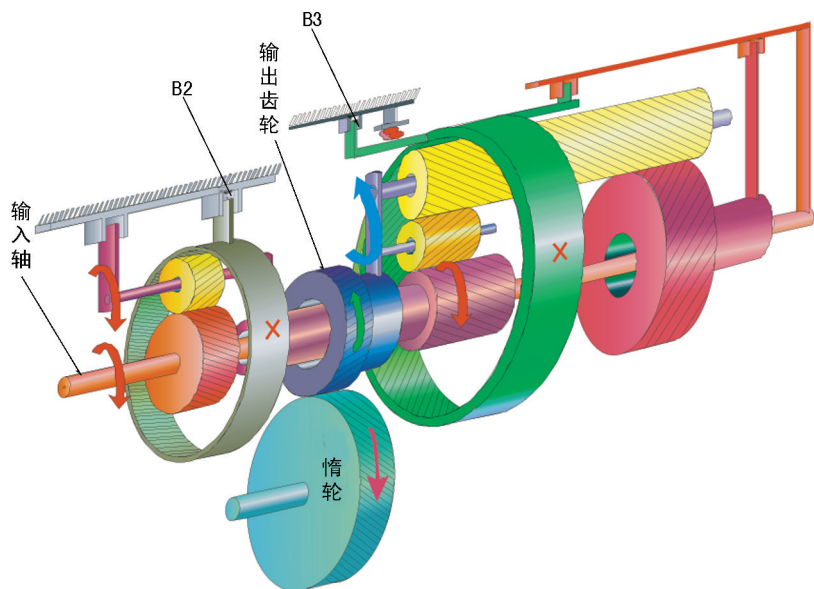


图 1-3-19 R 位传动示意

说明

单排双级与单排单级行星轮在档位分析时有两个不同特点：第一个是当齿圈制动，太阳轮顺转输入，行星架为减速反转输出；第二个是当太阳轮制动，齿圈顺转输入，行星架为超速顺转输出。

各档关键执行组件工况见表 1-3-5，各档传动比见表 1-3-6。

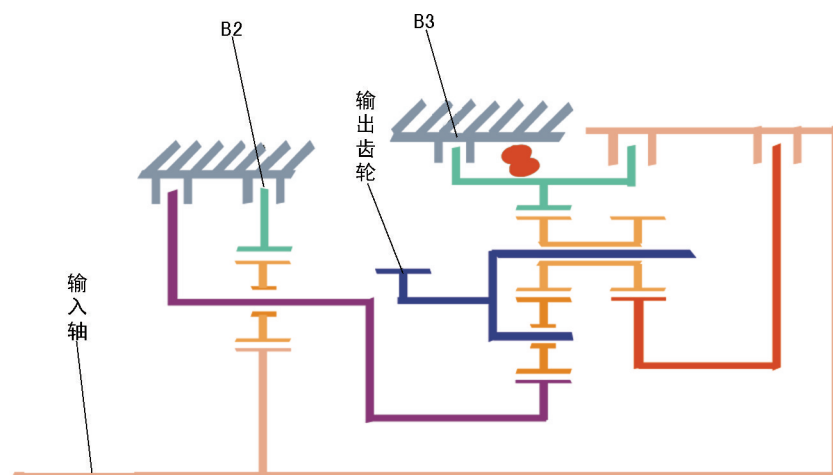


图 1-3-20 R 位传动原理

表 1-3-5 各档关键执行组件工况

D 位						手动档	
D1	D2	D3	D4	D5	D6	1	R
C2	C2	C2	C1	C1	C1	C2	B2
F	B1、F	B2、F	C2	B2	B1	B3	B3

表 1-3-6 U660E 各档传动比

变速器型号	U660E
发动机型号	2GR
1 档	3.300
2 档	1.900
3 档	1.420
4 档	1
5 档	0.713
6 档	0.608
R 位	4.148
差速器传动比	3.685
油液容量/L	6.57
油液类型	ATF WS



十一、自动变速器无倒档故障的诊断

- (1) 症状表现 汽车在前进档能正常行驶，但在倒档时不能行驶。
- (2) 分析思路/可能的故障原因
 - ① 变速杆调整不当。



- ② 倒档油路泄漏。
- ③ 倒档及高档离合器或低档及倒档制动器打滑。

技 能 点 拨

- ① 检查变速杆的位置。如有异常，应按规定程序重新调整。
- ② 检查倒档油路油压。若油压过低，则说明倒档油路泄漏，应拆检自动变速器。
- ③ 若倒档油路油压正常，应拆检自动变速器，更换损坏的离合器片或制动器片。

第四节 丰田 A750E 5 档自动变速器



一、丰田 A750E 自动变速器特点

丰田公司新款兰德酷路泽搭载 A750E 自动变速器。这款自动变速器是一款有五个前进档一个倒档，电子控制的自动变速器。它有三个离合器、四个制动器、三个单向离合器，共计 10 个执行元件。按照维修资料的顺序将执行元件进行排列，从左至右依次为 C1、C2、C3、F2、B3、F1、B1、B2、F3 和 B4。A750E 整体结构与 A760E/761E 相似，只是少了一个离合器和一个单向离合器。

前排。前排是一个双级行星排（两个行星轮）。行星架被单向离合器 F1 和制动器 B1 控制，太阳轮受制动器 B3 和单向离合器 F2 控制。

中排。中排与后排是公共太阳轮（并联），中排齿圈与前排齿圈并联，中排行星架与后排齿圈串联，由 B4、F3 控制。

后排。后排行星架为从动输出轴。

离合器 C1 接合，向中、后排公共太阳轮输入动力。离合器 C2 接合，向中排行星架和后排齿圈输入动力。制动器 B4 制动，将第三排齿圈和中排行星架固定。

这款自动变速器的 1~4 档既有经济模式又有动力模式，在档位和行驶模式之间切换的可靠性与平顺性都较好，燃油经济性及动力性也较好。新款兰德酷路泽驾驶室及传动原理如图 1-4-1、图 1-4-2 所示。



图 1-4-1 新款兰德酷路泽驾驶室

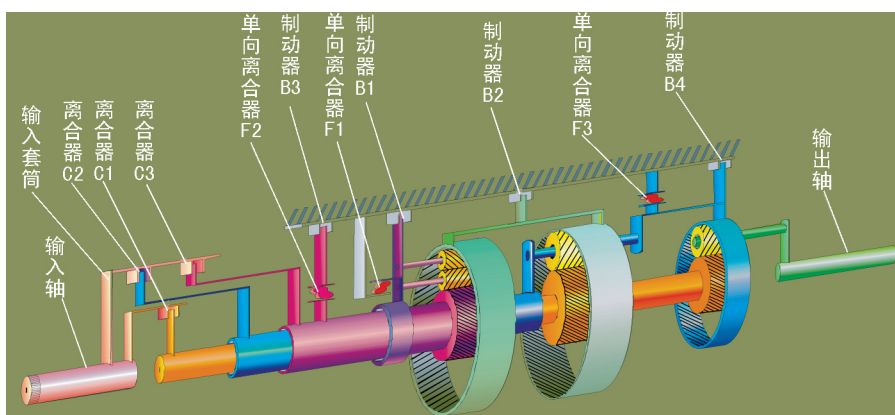


图 1-4-2 A750E 自动变速器传动示意

二、D1 档传动路线和档位分析

图 1-4-3 所示是 A750E 自动变速器 D1 档传动示意。(D1 档也叫经济 1 档) 涡轮将旋转动力传给输入轴顺转, 由于离合器套筒与输入轴刚性连接, 动力顺转输入, 后排太阳轮顺转输入, 由于行星架接车轮有阻力, 齿圈有反转的趋势但被单向离合器 F3 单向卡住不动, 行星架只有克服车轮阻力顺时针旋转实现 D1 档动力传递 (单向离合器 F3 工作, 没有发动机制动)。D1 档关键执行元件: C1、F3。D1 档传动原理如图 1-4-4 所示。

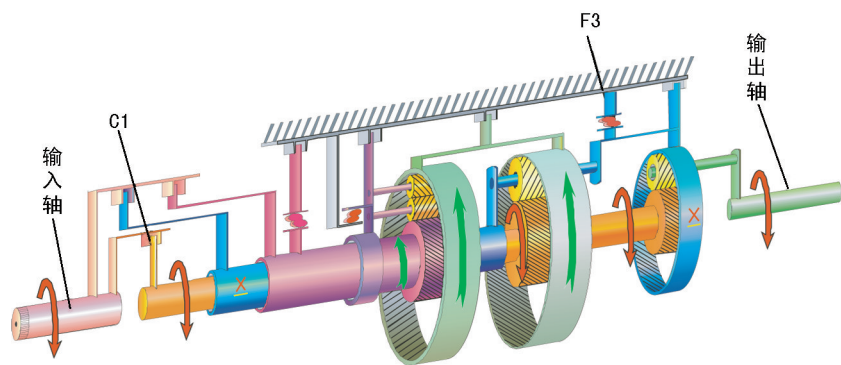


图 1-4-3 D1 档传动示意

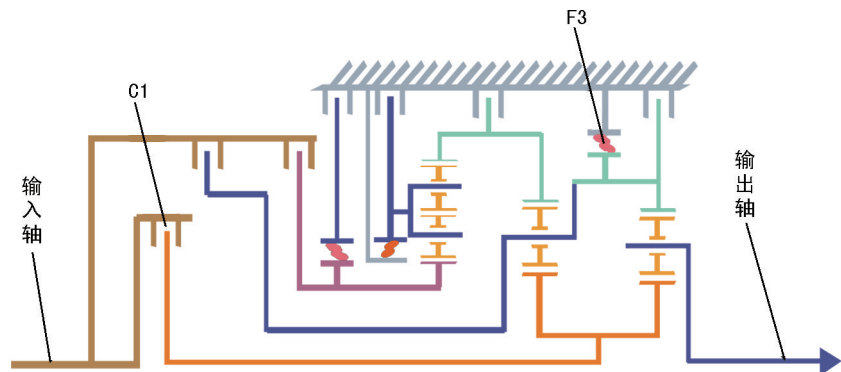


图 1-4-4 D1 档传动原理

三、动力 1 档传动路线和档位分析

图 1-4-5 所示是 A750E 自动变速器动力 1 档传动示意。涡轮将旋转动力传给输入轴顺转，由于离合器套筒与输入轴刚性连接，动力顺转输入，后排太阳轮顺转输入，由于行星架接车轮有阻力，齿圈有反转的趋势但被制动器 B4 固定不动，行星架只有克服车轮阻力顺时针旋转实现动力 1 档动力传递（制动器 B4 起作用，有发动机制动效果）。动力 1 档关键执行元件：C1、B4。动力 1 档传动原理如图 1-4-6 所示。

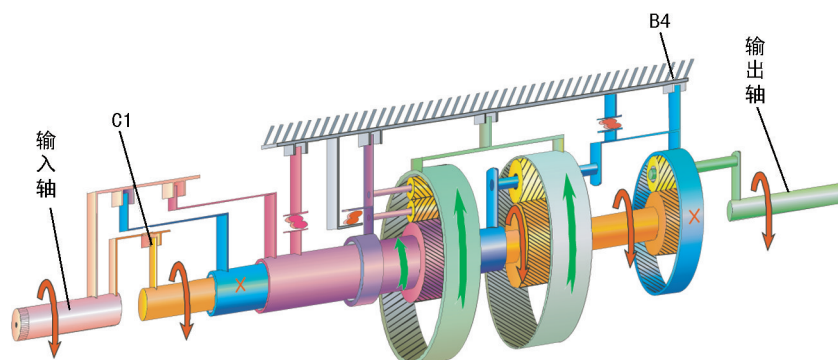


图 1-4-5 动力 1 档传动示意

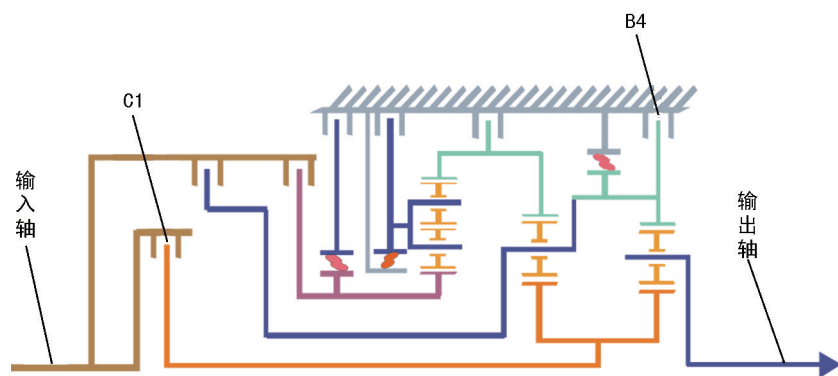


图 1-4-6 动力 1 档传动原理

四、D2 档传动路线和档位分析

图 1-4-7 所示是 A750E 自动变速器 D2 档传动示意。涡轮将旋转动力传给输入轴顺转，由于离合器套筒与输入轴刚性连接，动力顺转输入，这些同 1 档相似。当汽车的时速达到 2 档范围时，制动器 B3 和 F2 起作用，1 档时反转的前排太阳轮被单向制动，这样，前排行星架也受到反力影响，但被单向离合器 F1 单向卡住不动，前、中排齿圈也被单向制动。由于中排太阳轮的齿数比后排太阳轮的齿数多，所以中排行星轮（反转）沿不动的内齿圈转动推动中排行星架、后排齿圈向后排行星架加速实现 2 档传递。D2 档关键执行元件：C1、B3、F1、F2。



D2 档传动原理如图 1-4-8 所示。

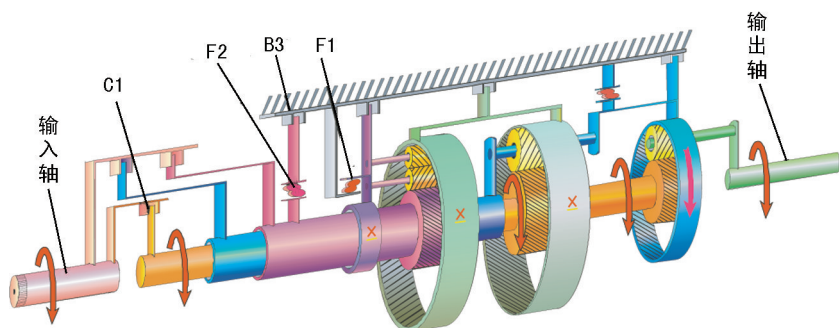


图 1-4-7 D2 档传动示意

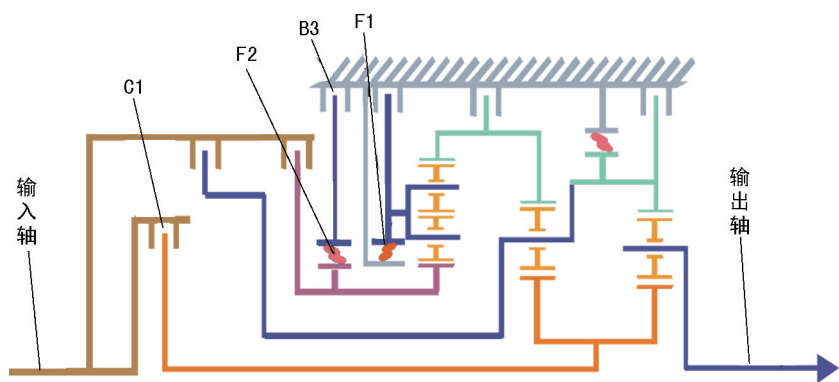


图 1-4-8 D2 档传动原理



五、动力 2 档传动路线和档位分析

图 1-4-9 所示是 A750E 自动变速器动力 2 档传动示意。涡轮将旋转动力传给输入轴顺转，由于离合器套筒与输入轴刚性连接，动力顺转输入，离合器 C1 接合，动力同时从中排和后排两个太阳轮顺转输入，当动力由 D2 档向动力 2 档切换时，制动器 B3 将中排齿圈制动，因为中排太阳轮的齿数比后排太阳轮的齿数多，所以中排行星轮（反转）沿不动的内齿圈转动推

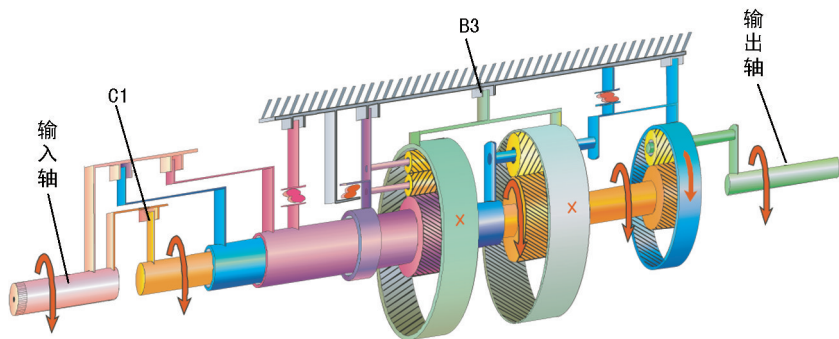


图 1-4-9 动力 2 档传动示意

动中排行星架、后排齿圈向后排行星架加速实现动力 2 档传递。前排无动力。动力 2 档有发动机制动。动力 2 档关键执行元件：C1、B3。动力 2 档传动原理如图 1-4-10 示。

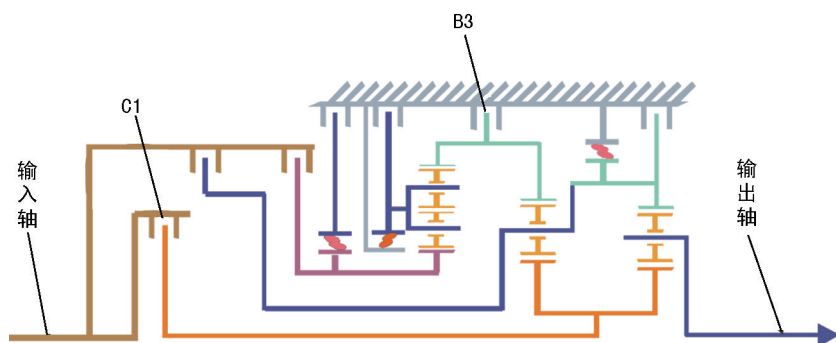


图 1-4-10 动力 2 档传动原理

六、D3 档传动路线和档位分析

图 1-4-11 所示是 A750E 自动变速器 D3 档传动示意。涡轮将旋转动力传给输入轴顺转，由于离合器套筒与输入轴刚性连接，动力顺转输入，离合器 C1 接合，动力同时从中排和后排两个太阳轮顺转输入，因为中排太阳轮的齿数比后排太阳轮的齿数多，所以中排行星轮推动行星架向后排齿圈加速。另外，由于离合器 C3 接合，前排太阳轮也顺转输入，第一行星轮反转，前排行星架有反转的趋势，但被 F1 单向卡住不动，第一行星轮（自转反转）将动力传给第二行星轮，第二行星轮外啮合（顺转）驱动前排齿圈顺转并同时向中排行星架、后排齿圈加速。

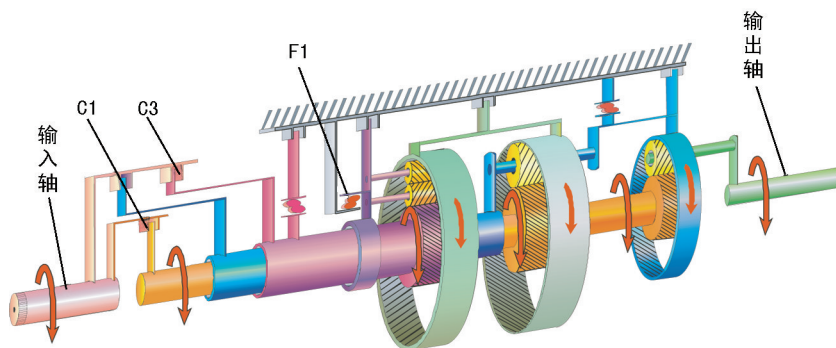


图 1-4-11 D3 档传动示意

如果上述内容不好理解，还可以简单地理解为：后排太阳轮为 1 档时速，中排太阳轮为 2 档时速，前排太阳轮为 3 档时速。D3 档无发动机制动。D3 档关键执行元件：C1、C3、F1。D3 档传动原理如图 1-4-12 所示。

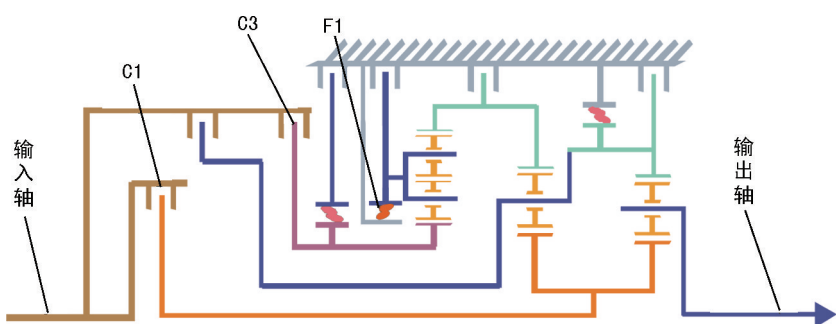


图 1-4-12 D3 档传动原理



七、动力 3 档传动路线和档位分析

图 1-4-13 所示是 A750E 自动变速器动力 3 档传动示意。涡轮将旋转动力传给输入轴顺转，由于离合器套筒与输入轴刚性连接，动力顺转输入，离合器 C1 接合，动力同时从中排和后排两个太阳轮顺转输入，因为中排太阳轮的齿数比后排太阳轮的齿数多，所以中排行星轮推动行星架向后排齿圈加速。另外，由于离合器 C3 接合，前排太阳轮也顺转输入，前排行星架被制动器 B1 制动，第一行星轮自转（反转）将动力传给第二行星轮，第二行星轮外啮合（顺转）驱动前排齿圈顺转，并同时向中排行星架、后排齿圈加速。

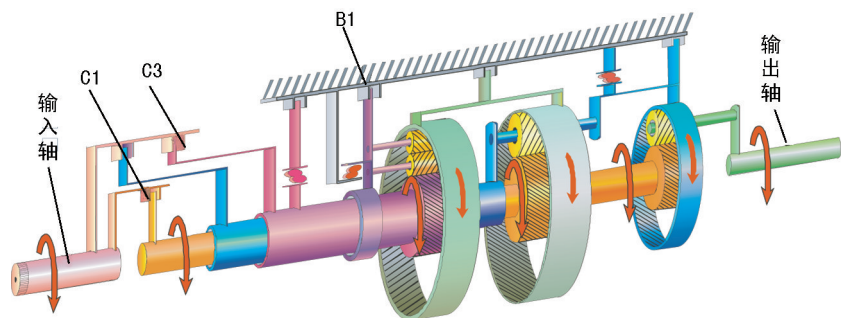


图 1-4-13 动力 3 档传动示意

如果上述内容不好理解，还可以简单地理解为：后排太阳轮为 1 档时速，中排太阳轮为 2 档时速，前排太阳轮为 3 档时速。动力 3 档有发动机制动。动力 3 档关键执行元件：C1、C3、B1。动力 3 档传动原理如图 1-4-14 所示。

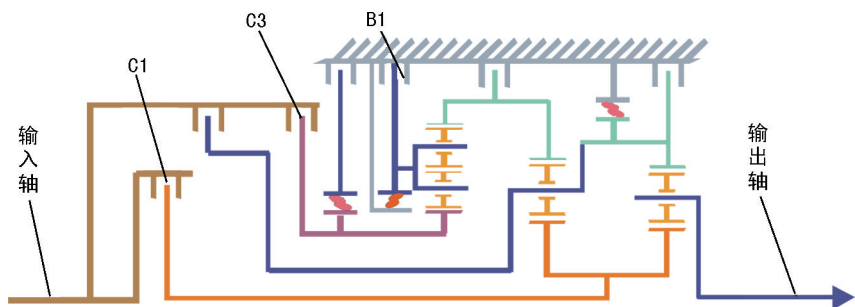


图 1-4-14 动力 3 档传动原理

八、D4 档传动路线和档位分析

图 1-4-15 所示是 A750E 自动变速器 D4 档传动示意。离合器 C1 接合，动力传到中排太阳轮和后排太阳轮顺转，离合器 C2 接合，动力传到中排行星架和后排齿圈顺转。另外，离合器 C3 接合，又将动力传给前排太阳轮顺转，这样有三组齿数各不相同的齿轮同时输入一个动力，几个齿轮一起锁定以 1 : 1 的速度公转输出（直接档）。D4 档关键执行元件：C1、C2、C3。D4 档传动原理如图 1-4-16 所示。

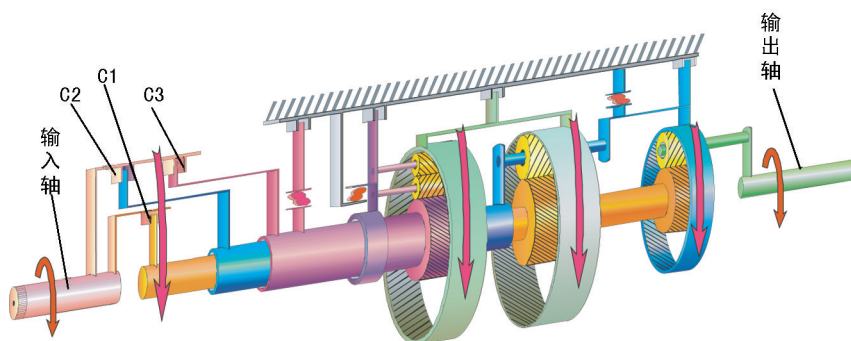


图 1-4-15 D4 档传动原理

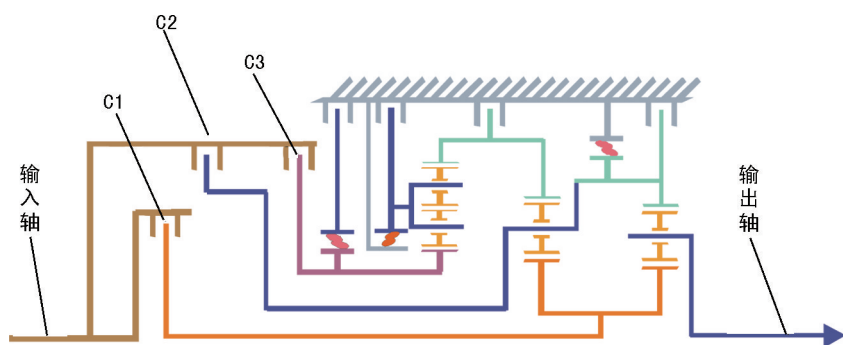


图 1-4-16 D4 档传动原理

九、D5 档传动路线和档位分析

图 1-4-17 所示是 A750E 自动变速器 D5 档传动示意。一方面，离合器 C2 接合，动力从中排行星架和后排齿圈顺转输入（此时并不是超速关系，而是减速关系）。另一方面，离合器 C3 接合，动力从前排太阳轮顺转输入，由于制动器 B1 制动了前排行星架，前排太阳轮顺转，第一行星轮与其外啮合自转（反转）并将动力传给第二行星轮，第二行星轮与第一行星轮外啮合自转（顺转）把动力传给前排齿圈。前排齿圈与中排齿圈是并联关系，中排齿圈再次通过中排行星轮把动力传给中排太阳轮顺转。因为中排太阳轮与后排太阳轮也是并联关系，这样



后排齿圈的顺转输入再加上前、中、后排三个太阳轮共同向后排行星架顺转输入，最后在后排行星架上输出的结果为 D5 档的动力传递。D5 档是一个超速档。D5 档关键执行元件：C2、C3、B1。D5 档传动原理如图 1-4-18 所示。

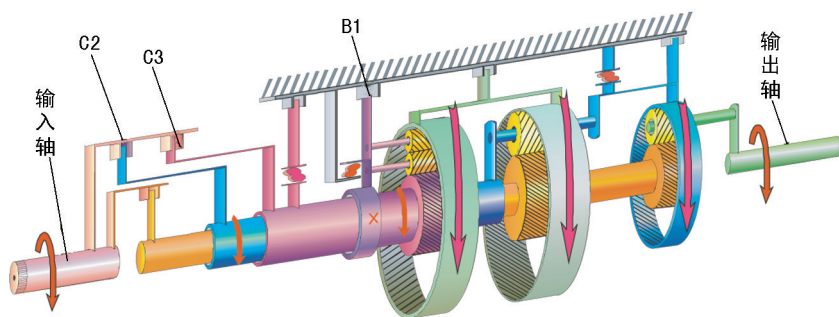


图 1-4-17 D5 档传动原理

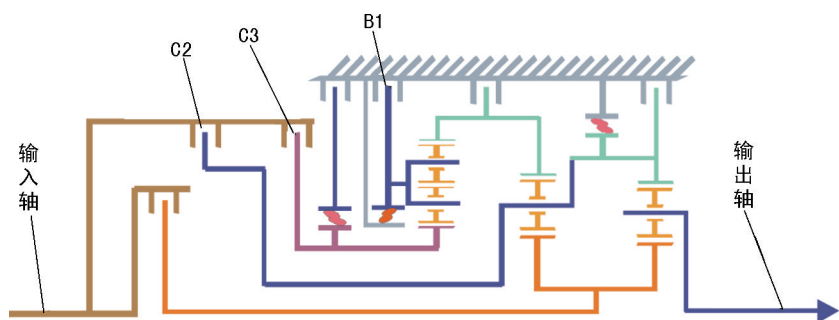


图 1-4-18 D5 档传动原理



十、R 位传动路线和档位分析

图 1-4-19 所示是 A750E 自动变速器 R 位传动示意。离合器 C3 接合，动力由前排太阳轮顺转输入，制动器 B1 制动了前排行星架，前排太阳轮顺转，第一行星轮与其外啮合自转（反转）并将动力传给第二行星轮，第二行星轮与第一行星轮外啮合自转（顺转）把动力传给前排齿圈，前排齿圈与中排齿圈是并联关系，中排齿圈顺转。

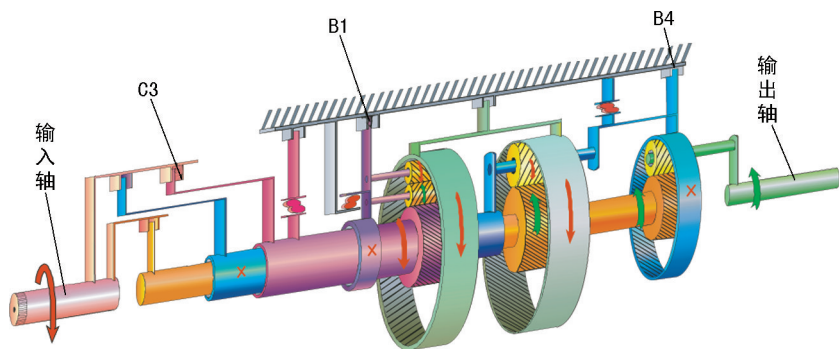


图 1-4-19 R 位传动原理

由于制动器 B4 制动了中排行星架和后排齿圈，中排行星轮自转（顺转）将动力传给中排太阳轮，中排太阳轮与其外啮合（反转）并通过后排太阳轮反向向后排行星架输入，后排齿圈固定，行星架减速反转输出实现倒档。R 位关键执行元件：C3、B1、B4。R 位传动原理如图 1-4-20 所示。

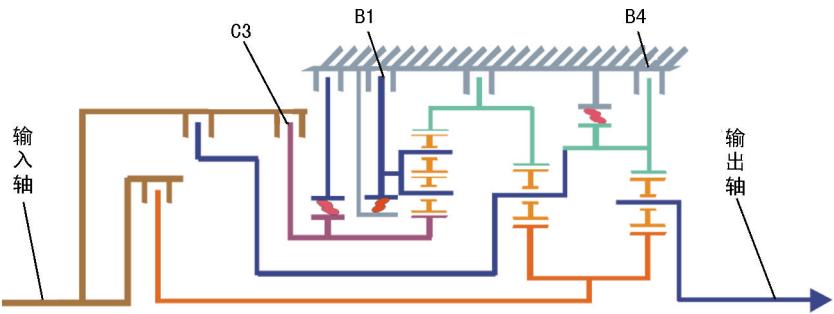


图 1-4-20 R 位传动原理

A750E 自动变速器关键执行组件工况见表 1-4-1，各档传动比见表 1-4-2。

表 1-4-1 关键执行组件工况

D1	D2	D3	D4	D5	1	2	3	R
C1	C1	C1	C1	C2	C1	C1	C1	C3
F3	B3	C3	C2	C3	B4	B3	C3	B1
	F1	F1	C3	B1			B1	B4
	F2							

表 1-4-2 A750E 各档传动比

变速器型号	A750E
发动机型号	(2UZ-FE) (1HD-FTE)
1 档	3.520
2 档	2.042
3 档	1.400
4 档	1
5 档	0.716
R 位	3.224

十一、自动变速器跳档故障诊断

- (1) 症状表现 汽车以前进档行驶时，即使加速踏板保持不动，自动变速器仍会经常出现突然降档现象；降档后发动机转速异常升高，并产生换档冲击。
- (2) 分析思路/可能的故障原因
- ① 节气门位置传感器有故障。



- ② 车速传感器有故障。
- ③ 控制系统电路接地不良。
- ④ 换档电磁阀接触不良。
- ⑤ 控制单元故障。

技 能 点 拨

对于电子控制自动变速器,应先进行故障自诊断。如有故障码出现,按所显示的故障码查找故障原因。

- ① 测量节气门位置传感器。如有异常,应更换。
- ② 测量车速传感器。如有异常,应更换。
- ③ 阀板或控制单元故障。
- ④ 检修控制系统相关线束。

第五节 丰田 AA80E 8 档自动变速器



一、丰田 AA80E 自动变速器特点

丰田公司雷克萨斯 LS460 搭载 AA80E 自动变速器。这款自动变速器是一款有 8 个前进档 2 个倒档,电子控制的自动变速器。八个前进档 1~5 档为低、中速档,6 档为直接档,7 档、8 档为超速档。两个倒档 R1 为慢倒档,R2 为快倒档。

这款变速器有四个离合器、两个制动器、一个单向离合器,共计七个执行元件。按工作顺序将执行元件进行排列:C4、B1、C3、C1、F1、B2 和 C2。

输入轴贯穿前后排,前端与双级行星架刚性连接,后端通过离合器 C2 与拉维娜的公共行星架连接。

离合器 C1 接合,将齿圈的动力连接到拉维娜后排的小太阳轮上。离合器 C3 接合,将齿圈的动力连接到拉维娜前排的大太阳轮上。离合器 C4 接合,将双级行星架与拉维娜前排太阳轮连接起来。前排太阳轮与外壳固定,中间是空心的输入轴。

制动器 B1 制动,固定拉维娜前排太阳轮。制动器 B2 制动,固定拉维娜的公共行星架。

单向离合器 F1 为 D1 档单向离合器,也是起步单向离合器,它有滑行作用,在汽车由静态到动态过渡时可以使换档过程平稳。

前排。前排是一个双级行星排(两个行星轮)。行星架被单向离合器 F1 和制动器 B1 控制,太阳轮受制动器 B3 和单向离合器 F2 控制。

中排。后排是由拉维娜变速机构组合而成。

雷克萨斯车型驾驶室及传动原理如图 1-5-1、图 1-5-2 所示。



提示:

AA80E 前端是一个单排双级行星齿轮机构，行星架输入，太阳轮固定，齿圈输出，与单排单级的行星齿轮机构相比（行星架输入，太阳轮固定，齿圈输出），其传动比理解完全不同，前者是大于 1 减速输出，后者是小于 1 增速输出。



图 1-5-1 雷克萨斯车型驾驶室

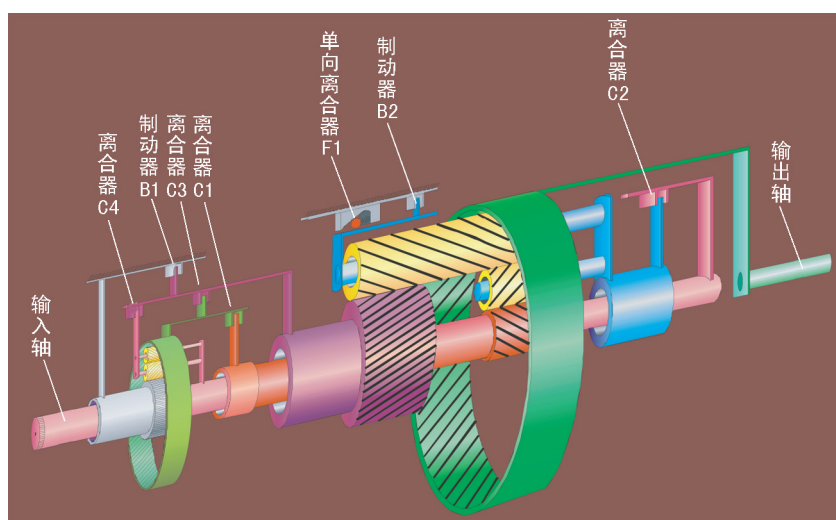


图 1-5-2 AA80E 自动变速器传动示意

二、D1 档传动路线和档位分析

图 1-5-3 所示是 AA80E 自动变速器 D1 档传动示意。D1 档也叫经济 1 档。涡轮将旋转动力传给输入轴顺转，由于输入轴前端与单排双级行星架刚性连接，动力顺转输入，前排太阳

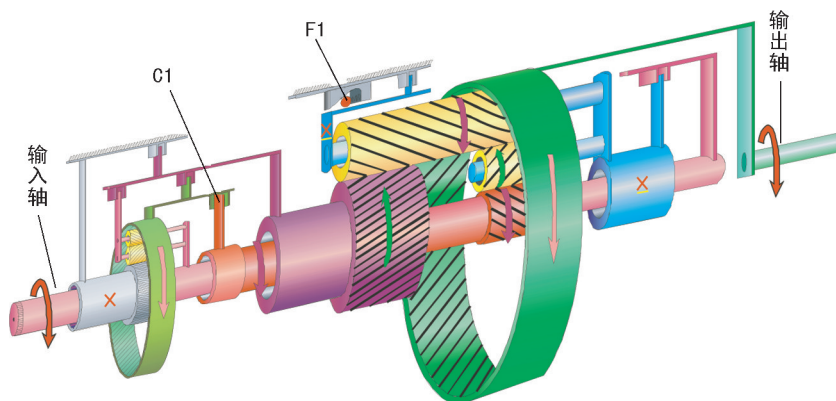


图 1-5-3 D1 档传动示意



轮固定，齿圈一次减速输出（前面已经讲过，单排双级行星架输入，齿圈输出为减速）。离合器 C1 接合，将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入，短行星轮反转，公共行星架反向受力被单向离合器 F1 卡住不动，短行星轮只能自转将动力传给长行星轮，长行星轮与短行星轮外啮合（自转顺转），将动力传给齿圈（顺转）二次减速输出实现 D1 档动力传递（单向离合器 F1 工作，没有发动机制动）。

D1 关键执行元件：C1、F1。D1 档传动原理如图 1-5-4 所示。

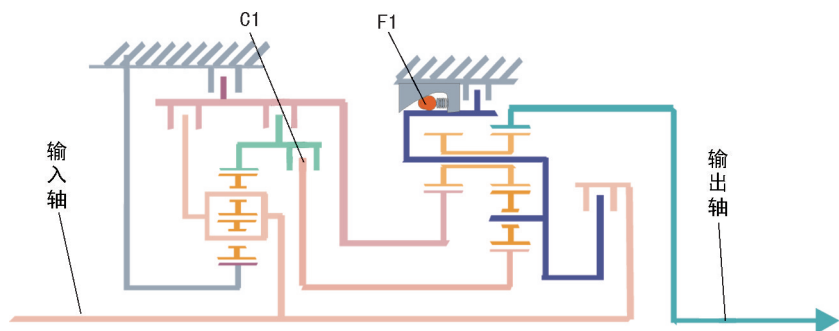


图 1-5-4 D1 档传动原理

说明

档位较多的自动变速器提升了车辆的野外爬坡能力，但单向离合器的数量就会大大减少。单向离合器有助于提高换档平顺性和可靠性，但单向离合器的设计会增加制造难度和生产成本。档位的经济模式只能由电磁阀来控制，因此，对电磁阀的随动性和可靠性提出了较高要求。

三、动力 1 档传动路线和档位分析

图 1-5-5 所示是 AA80E 自动变速器动力 1 档传动示意。与 D1 档一样，涡轮将旋转动力传给输入轴顺转，由于输入轴前端与单排双级行星架刚性连接，动力顺转输入，前排太阳轮固

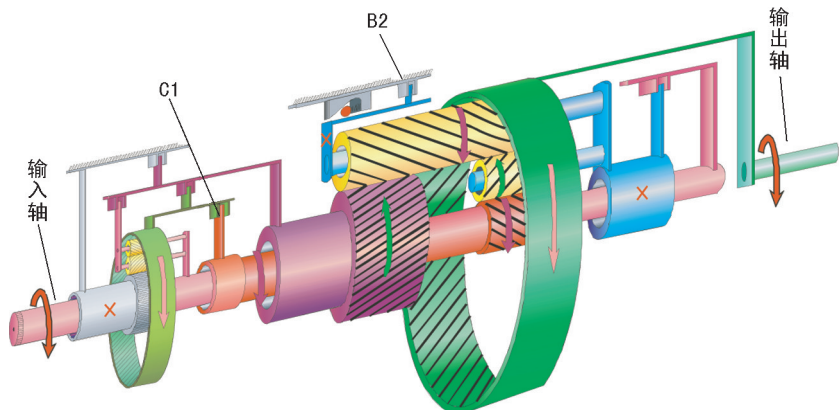


图 1-5-5 动力 1 档传动示意

定，齿圈一次减速输出（前面已经讲过，单排双级行星架输入，齿圈输出为减速）。离合器 C1 接合，将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入，短行星轮反转，公共行星架反向受力，但单向离合器 F1 不起作用，而是制动器 B2 将拉维娜的公共行星架固定，使之不能反转，也不能顺转打滑，短行星轮只能自转将动力传给长行星轮，长行星轮与短行星轮外啮合自转（顺转），将动力传给齿圈（顺转）二次减速输出实现 D1 档动力传递（制动器 B2 工作，有发动机制动）。另外，拉维娜的前排（也是整个的中排）太阳轮与长行星轮外啮合在空反转。

动力 1 档关键执行元件：C1、B2。

如果是发动机向车轮传递动力，动力 1 档与经济 1 档是一样的。当车轮的滑行速度高于发动机传动速度时，经济 1 档会在单向离合器 F1 处打滑，而动力 1 档的制动器 B2 制动行星架，不会打滑。动力 1 档传动原理如图 1-5-6 所示。

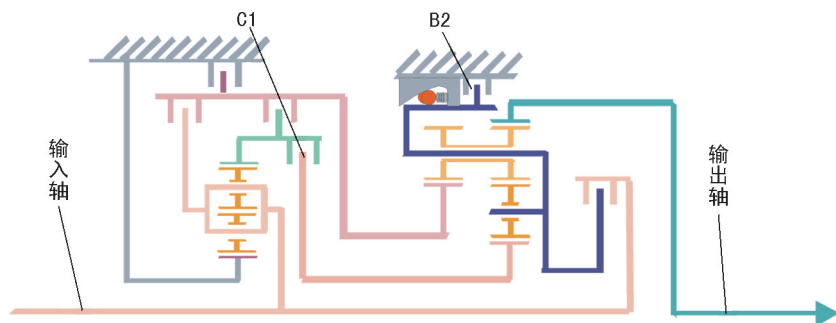


图 1-5-6 动力 1 档传动原理

四、D2 档传动路线和档位分析

图 1-5-7 所示是 AA80E 自动变速器 D2 档传动示意。涡轮将旋转动力传给输入轴顺转，由于输入轴前端与单排双级行星架刚性连接，动力顺转输入，前排太阳轮固定，齿圈一次减速输出。离合器 C1 接合，将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入，短行星轮与太阳轮外啮合改变方向反转传给长行星轮顺转，由于拉维娜的前排大太阳轮被制动器 B1 固定，公共行星架不再受逆时针力影响，而是以固定的太阳轮为杠杆产生一个顺时针方向的推动力并且沿太阳轮转动加速向公共齿圈输出。

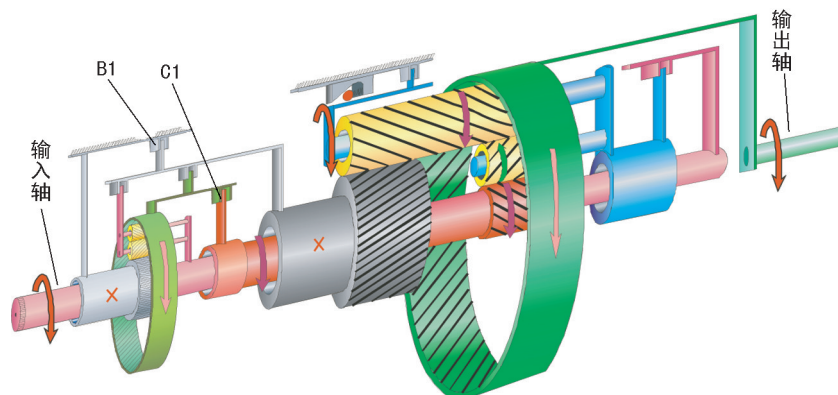


图 1-5-7 D2 档传动示意



如果上述内容不好理解,可以简单地理解为:前单排双级的齿圈减速向后输出,到了拉维娜两个行星排再次减速输出,不过比1档的输出速度快些。

D2 档关键执行元件: C1、B1。D2 档传动原理如图 1-5-8 所示。

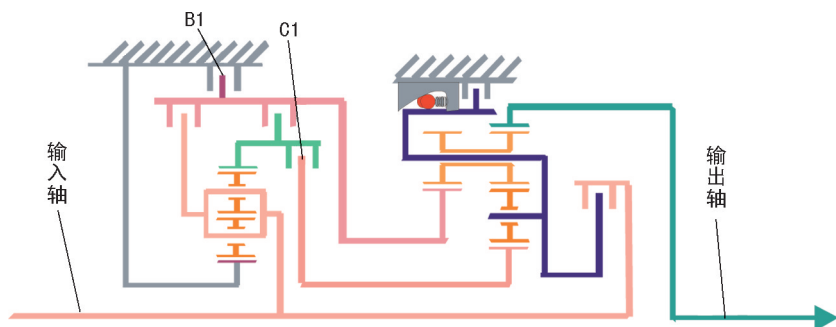


图 1-5-8 D2 档传动原理

说明

由于 2 档以上没有单向离合器起作用,动力模式各档与经济模式各档的传动完全一样,所以各动力档不再另行叙述。

五、D3 档传动路线和档位分析

图 1-5-9 所示是 AA80E 自动变速器 D3 档传动示意。首先,涡轮将旋转动力传给输入轴顺转,由于输入轴前端与单排双级行星架刚性连接,动力顺转输入,前排太阳轮固定,齿圈一次减速输出。双级行星排的输出齿圈上的两个离合器 C1、C3 都接合,同时将动力传向拉维娜的前、后排大、小太阳轮输出,这样拉维娜两个行星排就会相互锁定以 1:1 的速度公转。这里所说的公转并不是整个传动部分一起公转,而是前单排双级行星排减速输出,后双排再一起公转。

D3 档关键执行元件: C1、C3。D3 档传动原理如图 1-5-10 所示。

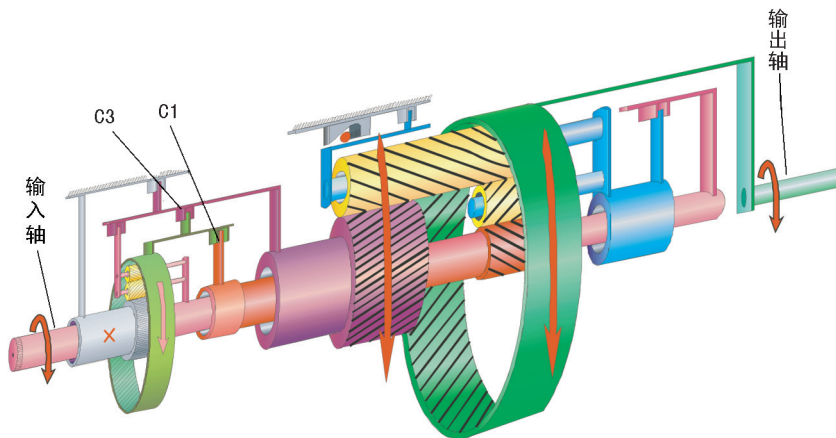


图 1-5-9 D3 档传动示意

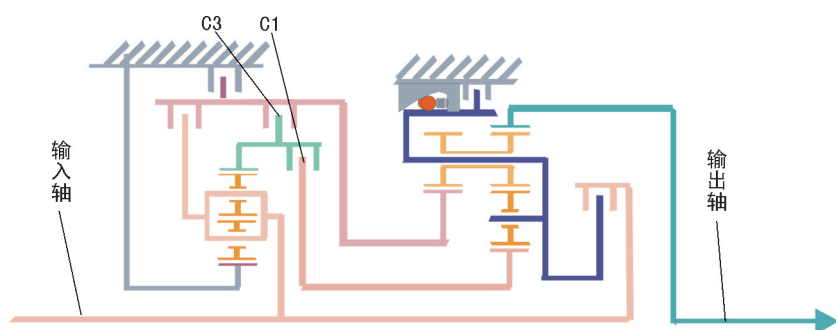


图 1-5-10 D3 档传动原理

六、D4 档传动路线和档位分析

图 1-5-11 所示是 AA80E 自动变速器 D4 档传动示意。离合器 C1 接合，减速向拉维娜后排小太阳轮顺转输入。离合器 C4 接合，前双级行星架以输入轴 1:1 的转速向拉维娜的前太阳轮顺转输入，拉维娜的小太阳轮减速顺转输入，大太阳轮直接顺转输入，这样，大太阳轮转速快，小太阳轮转速慢，都作用在公共行星架上，这个速度比 3 档快。

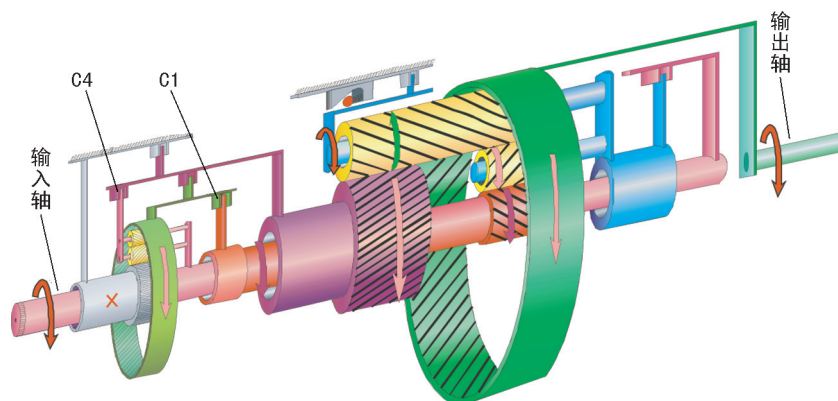


图 1-5-11 D4 档传动示意

拉维娜后排小太阳轮在 1~4 档并没有变化，我们可以通过观察拉维娜前排太阳轮的变化进行 1~4 档的判断：1 档反转，2 档固定，3 档 1:1，4 档加速。

D4 档关键执行元件：C1、C4。D4 档传动原理如图 1-5-12 所示。

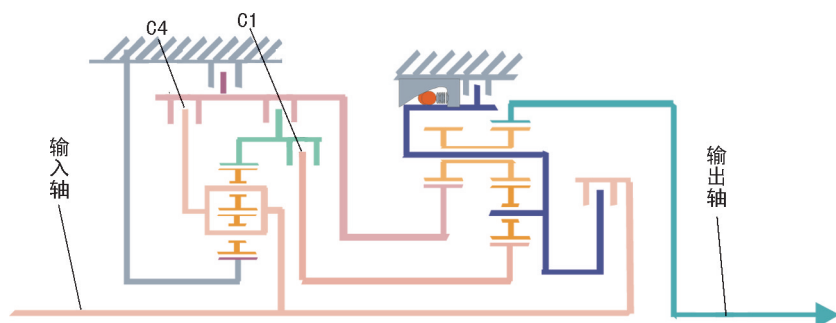


图 1-5-12 D4 档传动原理



七、D5 档传动路线和档位分析

图 1-5-13 所示是 AA80E 自动变速器 D5 档传动示意。离合器 C1 接合，减速向拉维娜后排小太阳轮顺转输入。离合器 C2 接合，输入轴直接向拉维娜公共行星架顺转输入（这里有一个行星架超速的假象），由于拉维娜后排小太阳轮也在顺转输入，短行星轮反转与长行星轮外啮合降低了行星架的输入速度，所以传动比还是大于 1。拉维娜前排大太阳轮在反空转。

D5 档关键执行元件：C1、C2。D5 档传动原理如图 1-5-14 所示。

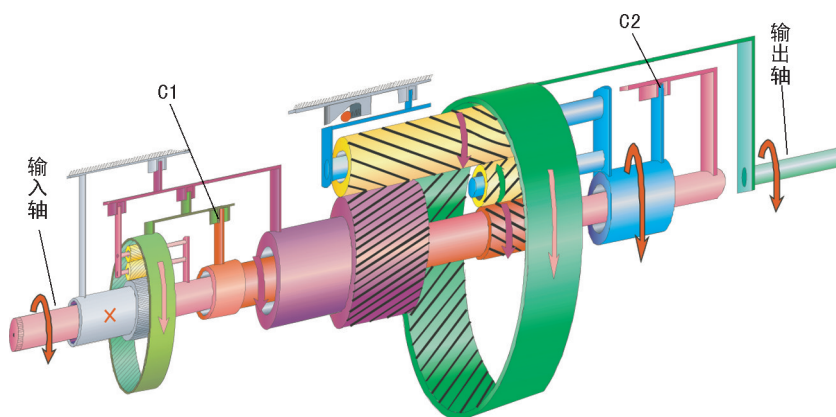


图 1-5-13 D5 档传动示意

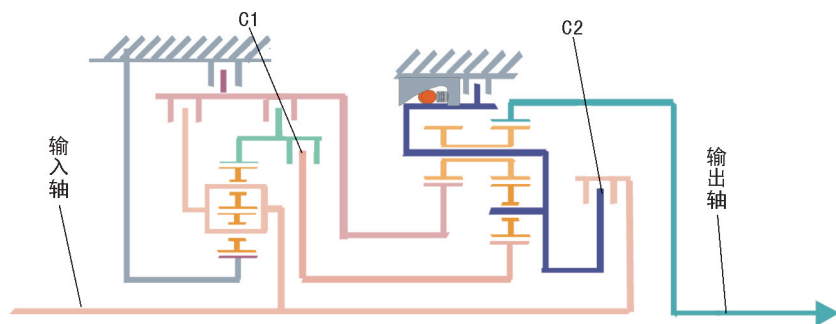


图 1-5-14 D5 档传动原理

八、D6 档传动路线和档位分析

图 1-5-15 所示是 AA80E 自动变速器 D6 档传动示意。离合器 C4 接合，动力从前双级行星排 1:1 向拉维娜前排大太阳轮顺转输入。离合器 C2 接合，输入轴直接向拉维娜公共行星架顺转输入，这样，两个离合器将所以齿轮都连接起来以 1:1 的转速公转输出直接档（传动比等于 1）。

D6 档关键执行元件：C4、C2。D6 档传动原理如图 1-5-16 所示。

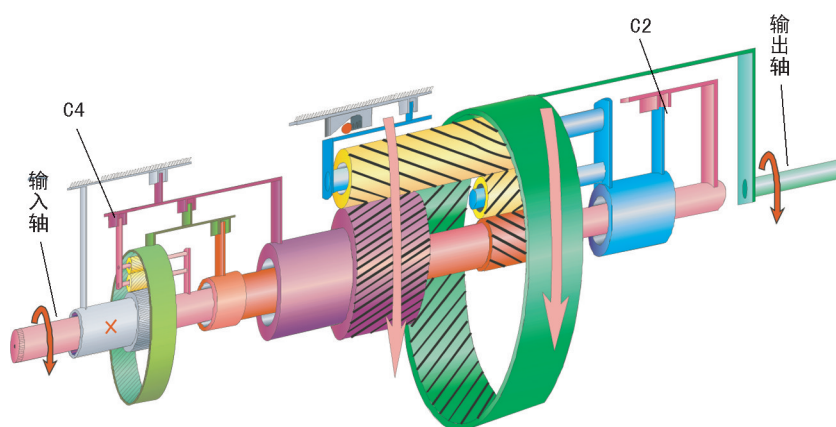


图 1-5-15 D6 档传动示意

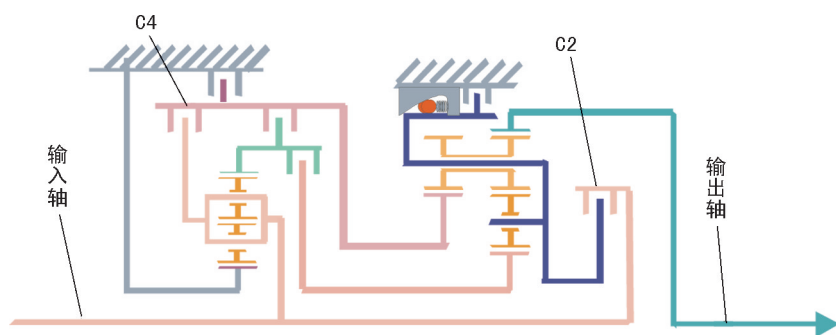


图 1-5-16 D6 档传动原理



九、D7 档传动路线和档位分析

图 1-5-17 所示是 AA80E 自动变速器 D7 档传动示意。离合器 C3 接合，动力从前双级行星排减速向拉维娜前排大太阳轮顺转输入。离合器 C2 接合，输入轴直接向拉维娜公共行星架顺转输入。

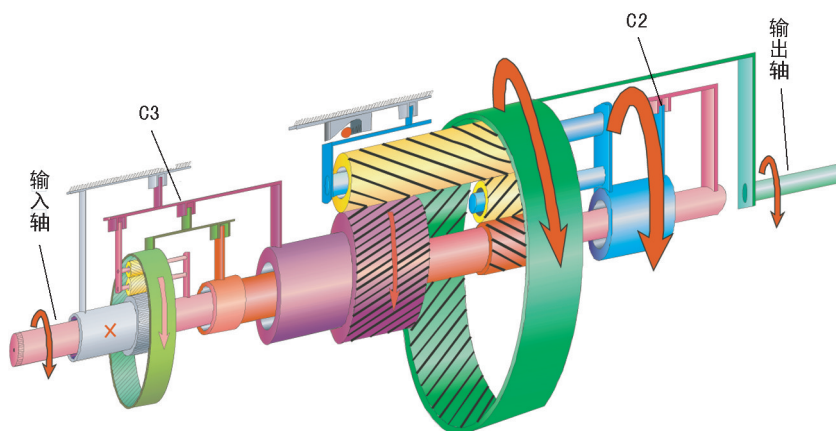


图 1-5-17 D7 档传动示意



D7 档的传动关系重点是根据拉维娜前排大太阳轮工况来判断（如果大太阳轮是固定的，则为行星架输入，齿圈会超速输出）。现在大太阳轮并没有固定，而是由前行星排传来的动力驱动慢速顺时针方向旋转。由于长行星轮与大太阳轮外啮合（反转），我们可以理解为行星架是一个最大齿轮输入，由于长行星轮的反转减速，齿圈还是有一点超速顺转输出，最终的传动比还是小于 1。

D7 档关键执行元件：C3、C2。D7 档传动原理如图 1-5-18 所示。

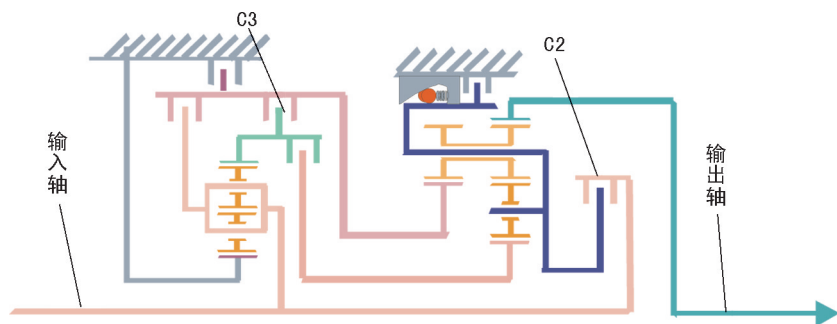


图 1-5-18 D7 档传动原理

说明

D7 档的档位分析不能按照 D6 档的惯性思维进行，虽然都采用了离合器 C2 接合但 D6 档是 1 : 1 公转，D7 档则是以拉维娜前排转得慢的大太阳轮为基础实现超速输出。

十、D8 档传动路线和档位分析

图 1-5-19 所示是 AA80E 自动变速器 D8 档传动示意。离合器 C2 接合，动力从拉维娜的行星架输入，制动器 B1 制动了拉维娜前排太阳轮，公共齿圈以小于 1 的速度输出。前单排双级行星轮空转。

D8 档关键执行元件：B1、C2。D8 档传动原理如图 1-5-20 所示。

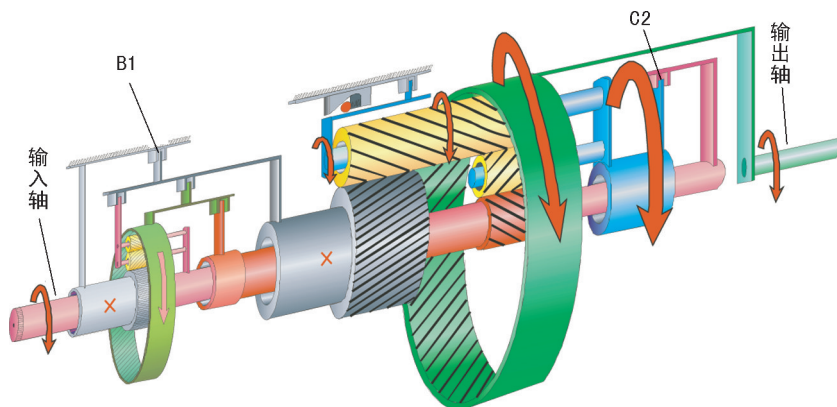


图 1-5-19 D8 档传动示意

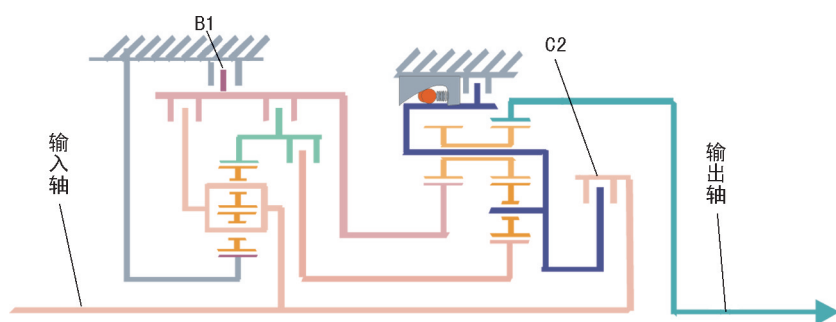


图 1-5-20 D8 档传动原理

十一、R1 档传动路线和档位分析

图 1-5-21 所示是 AA80E 自动变速器 R1 档传动示意。动力从前单排双级行星架输入，太阳轮固定，齿圈一次减速顺转输出。离合器 C3 接合，动力再由齿圈向拉维娜的太阳轮顺转输入，拉维娜的公共行星架被制动器 B2 固定，长行星轮与大太阳轮外啮合（反转）并将动力传给公共齿圈再次减速反转输出实现慢倒档。

R1 档关键执行元件：C3、B2。R1 档传动原理如图 1-5-22 所示。

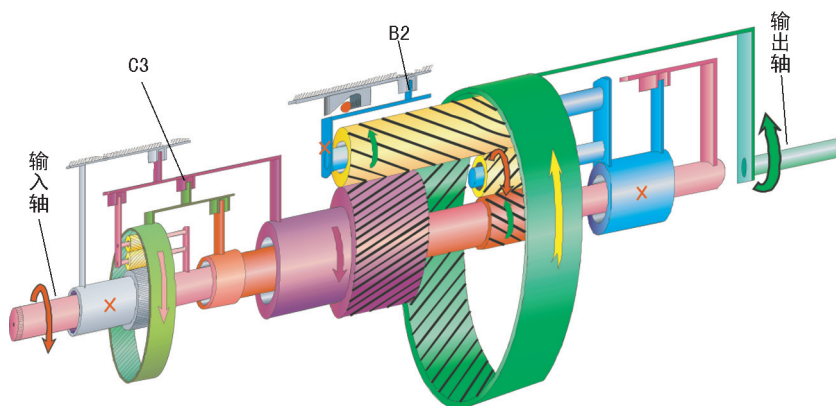


图 1-5-21 R1 档传动示意

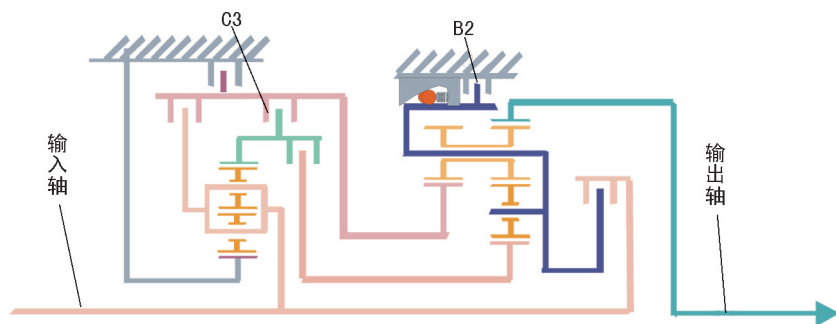


图 1-5-22 R1 档传动原理



十二、R2 档传动路线和档位分析

图 1-5-23 所示是 AA80E 自动变速器 R2 档传动示意。动力从前单排双级行星架输入，离合器 C4 接合，动力 1:1 向拉维娜的大太阳轮顺转输入，公共行星架被制动器 B2 固定，长行星轮与大太阳轮外啮合（反转）并将动力传给公共齿圈一次减速反转输出实现快倒档。

R2 档关键执行元件：C4、B2。R2 档传动原理如图 1-5-24 所示。

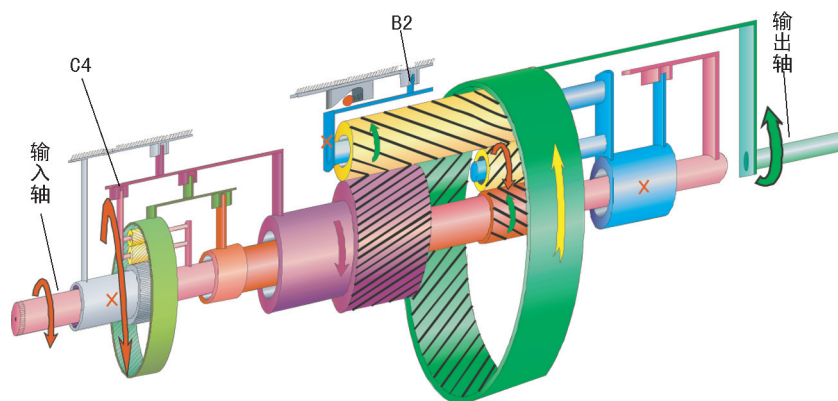


图 1-5-23 R2 档传动示意

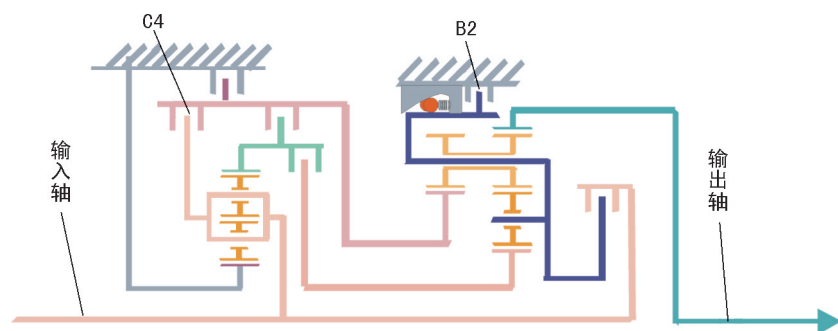


图 1-5-24 R2 档传动原理

AA80E 自动变速器关键执行组件工况见表 1-5-1，各档传动比见表 1-5-2。

表 1-5-1 关键执行组件工况

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	1	R1	R2
C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C1	C3	C4
F1	B1	C3	C4	C2	C4	C3	B1	B2	B2	B2

表 1-5-2 AA80E 各档传动比

变速器型号	AA80E
1 档	4.596
2 档	2.724
3 档	1.863

(续)

变速器型号	AA80E
4 档	1.464
5 档	1.231
6 档	1
7 档	0.824
8 档	0.685
R1 档	4.254
R2 档	2.176

第六节 日产 RE5R05A 5 档自动变速器

一、日产 RE5R05A 自动变速器特点

日产公司英菲尼迪车型、西玛、风雅、途乐等搭载 RE5R05A 自动变速器。这款自动变速器是一款有五个前进档、一个倒档，电子控制的自动变速器。其输入轴与前齿圈刚性连接。为了方便理解，我们还是按行星排从左向右进行排列：

三个单级行星齿轮排：前排、中排和后排，中排行星架接输出轴。

三个离合器 C1、C2、C3。离合器 C1 接合，将动力输向中排齿圈、后排行星架。离合器 C2 接合，将中排齿圈、后排行星架与后排太阳轮连接起来。离合器 C3 接合，将后排太阳轮与中排太阳轮连接起来。

四个制动器 B1、B2、B3 和 B4。制动器 B1 工作时将前排太阳轮固定。制动器 B2 工作时把中排齿圈、后排行星架固定。制动器 B3 工作时将中排太阳轮直接固定。制动器 B4 工作时把中排太阳轮间接固定（因为中间有个单向离合器 F3）。

三个单向离合器 F1、F2、F3。单向离合器 F1 单向固定前排太阳轮。单向离合器 F2 起锁定中、后排太阳轮的作用。单向离合器 F3 在制动器 B4 和中排太阳轮之间，在经济模式时起作用。

英菲尼迪车型驾驶室及传动原理如图 1-6-1、图 1-6-2 所示。



图 1-6-1 英菲尼迪车型驾驶室

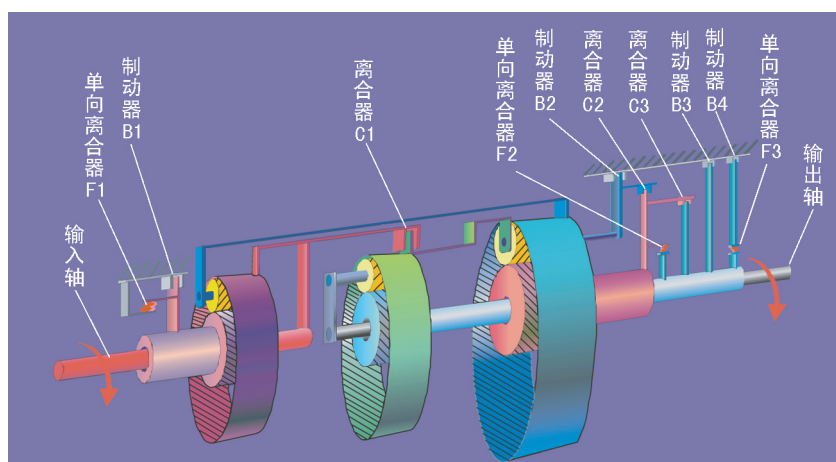


图 1-6-2 RE5R05A 自动变速器传动示意

二、D1 档传动路线和档位分析

图 1-6-3 所示是 D1 档传动示意。

1) 输入轴顺时针方向旋转，前排齿圈输入，太阳轮反向受力被单向离合器 F1 卡住不动，因此动力只有从前排行星架一级减速向后排齿圈输入。

2) 后排齿圈再顺转输入，后排行星架与太阳轮相比，太阳轮重（因为 B4 制动了中排太阳轮，单向离合器 F3 不让中排太阳轮反转，单向离合器 F2 又在后排太阳轮与中排太阳轮之间，当后排太阳轮受到反力的影响自然就会卡住不动），行星架轻，动力只能从后排行星架二级减速向中排齿圈顺转输出。

3) 中排齿圈顺转输入，中排太阳轮被制动器 B4 间接制动（因为中间有个单向离合器 F3），动力只能从中排行星架三级减速输出（也是输出轴）。

D1 档关键执行组件：F1、F2、F3、B4。D1 档传动原理如图 1-6-4 所示。

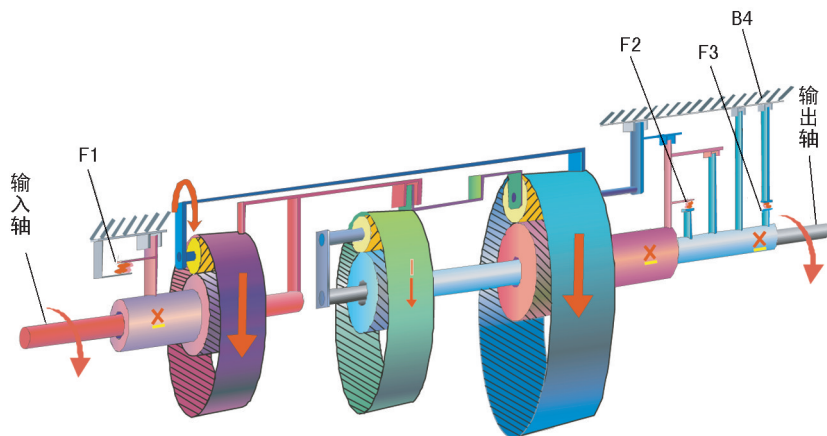


图 1-6-3 D1 档传动示意

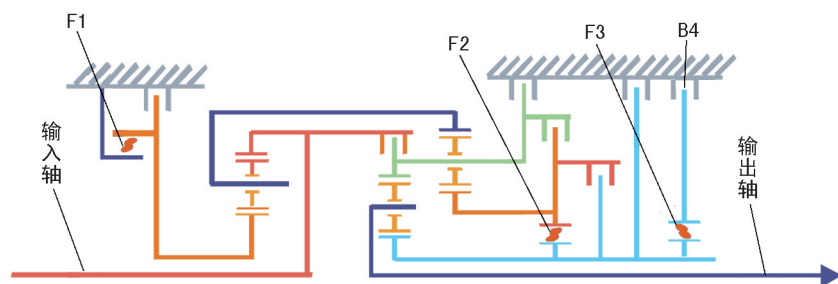


图 1-6-4 D1 档传动原理

三、动力 1 档传动路线和档位分析

图 1-6-5 所示是动力 1 档传动示意。如果是发动机向车轮传力，动力 1 档与 D1 档并无区别。如果在 D1 档时车轮向前产生的惯性力（速度）超过发动机传力（速度），会在前排太阳轮处打滑，也就是在单向离合器 F1、F2、F3 处打滑。

如果在动力 1 档时车轮向前产生的惯性力（速度）超过发动机传力（速度），由于制动器 B3 直接制动了中排太阳轮，离合器 C3 接合，将中排太阳轮与后排太阳轮连接起来，没有地方可以打滑。

动力 1 档的输入路线为：

- 1) 输入轴顺时针方向旋转，前排齿圈输入，太阳轮反向受力被制动器 B1 制动（固定），因此动力只能从前排行星架一级减速向后排齿圈输入。
- 2) 后排齿圈再顺转输入，后排行星架与太阳轮相比，太阳轮重（因为 B3 制动了中排太阳轮，离合器 C3 接合，又将中排太阳轮与后排太阳轮连接起来），行星架轻，动力只能从后排行星架二级减速向中排齿圈顺转输出。
- 3) 中排齿圈顺转输入，中排太阳轮被制动器 B3 制动，动力只能从中排行星架三级减速输出。

动力 1 档关键执行组件：B1、C3、B3。动力 1 档传动原理如图 1-6-6 所示。

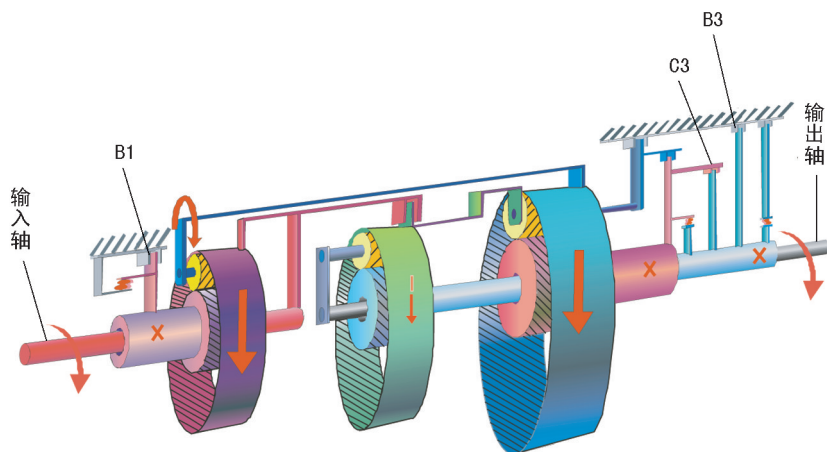


图 1-6-5 动力 1 档传动示意

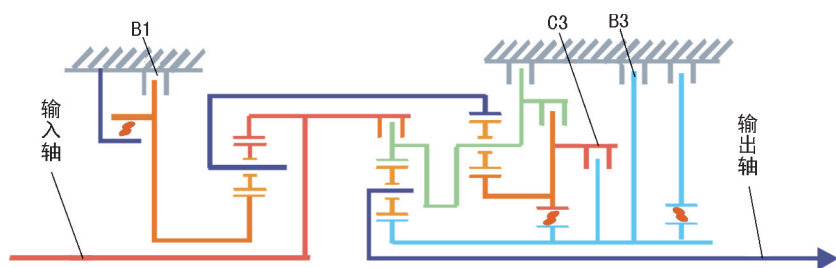


图 1-6-6 动力 1 档传动原理

四、D2 档传动路线和档位分析

图 1-6-7 所示是 D2 档传动示意。当汽车以 D2 档的时速行驶时，动力还是由前齿圈前排一级减速向后齿圈输出。后排齿圈再顺转输入，后排行星架与太阳轮相比，太阳轮重（因为 B4、F3 单向制动了中排太阳轮，离合器 C2 接合，又将中排行星架和后排太阳轮连接起来），后排 1:1 向中排齿圈顺转输入。中排齿圈顺转输入，中排太阳轮被制动器 B4、F3 单向制动，动力只能从中排行星架二级减速输出。

D2 档关键执行组件：F1、C2、B4、F3。D2 档传动原理如图 1-6-8 所示。

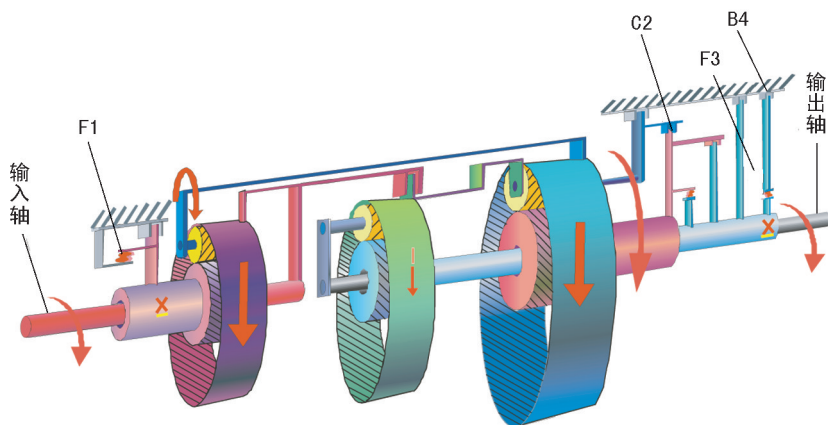


图 1-6-7 D2 档传动示意

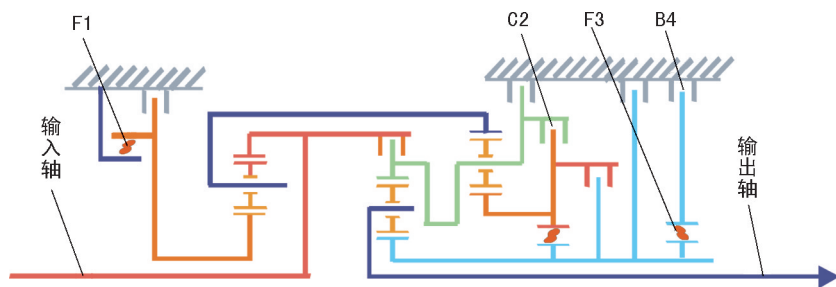


图 1-6-8 D2 档传动原理



提示：

2 档以上动力模式只在工作表内反映，不再用图形表示。

五、D3 档传动路线和档位分析

图 1-6-9 所示是 D3 档传动示意。当汽车以 D3 档的时速行驶时，动力还是由前齿圈输入，太阳轮被 F1 单向固定（不能反转），行星架一次减速向后排输出。后排由于离合器 C2、C3 接合，把后排太阳轮、行星架中排齿圈、中排太阳轮连接起来 1:1 输出实现 3 档。这样，整个传动只有前排一次减速输出，所以最终传动比还是大于 1。

D3 档关键执行组件：F1、C2、C3。D3 档传动原理如图 1-6-10 所示。

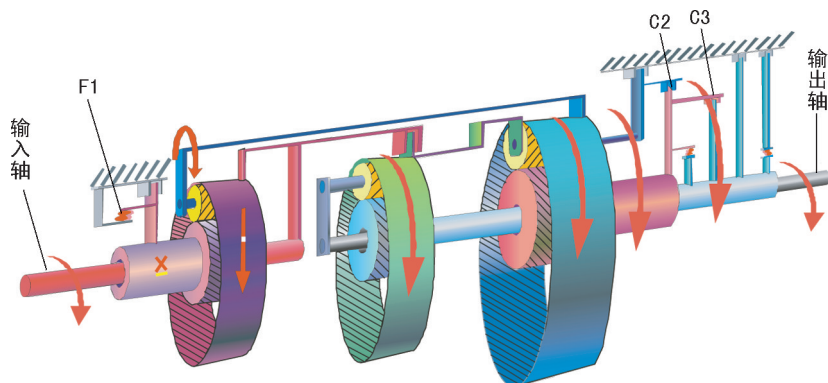


图 1-6-9 D3 档传动示意

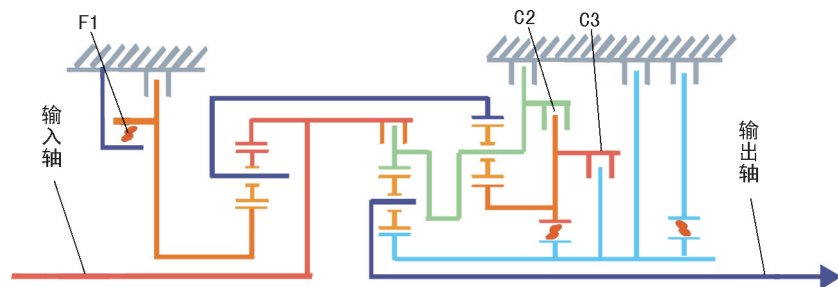


图 1-6-10 D3 档传动原理

六、D4 档传动路线和档位分析

图 1-6-11 所示是 D4 档传动示意。当汽车以 D4 档的时速行驶时，中排离合器 C1 接合，

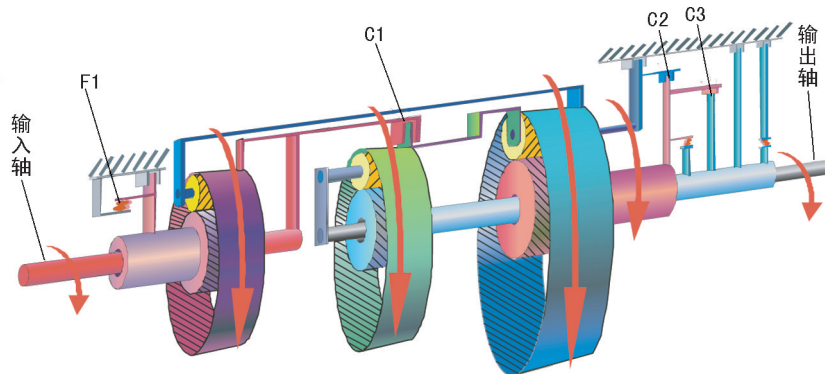


图 1-6-11 D4 档传动示意



后排离合器 C2、C3 接合，将中、后排行星轮相互锁定以 1 : 1 的速度公转输出。前排为空转，F1 防止太阳轮反转。

D4 档关键执行组件：C1、C2、C3、F1。D4 档传动原理如图 1-6-12 所示。

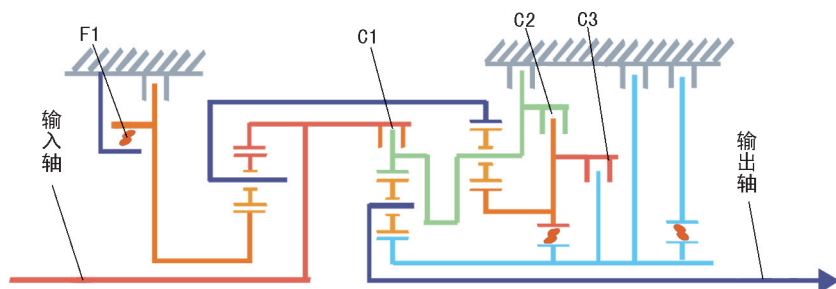


图 1-6-12 D4 档传动原理



七、D5 档传动路线和档位分析

图 1-6-13 所示是 D5 档传动示意。当汽车以 D5 档的时速行驶时，离合器 C1 接合，连接中排齿圈，离合器 C3 接合，将中排太阳轮与后排太阳轮也连接起来，前排太阳轮被制动器 B1 制动。由于制动器 B1 制动了前排太阳轮，前排顺时针旋转的齿圈推动前排行星架以固定的太阳轮为支点顺时针（减速）向后排输出。后排行星架本身已经有一个顺时针旋转的速度，后排齿圈又向后排太阳轮顺时针加速，由于后排太阳轮与中排太阳轮连接在一起，所以中排太阳轮也主动顺转。中排由两套动力推动行星架顺转，传动比小于 1。

D5 档关键执行组件：C1、C3、B1。D5 档传动原理如图 1-6-14 所示。

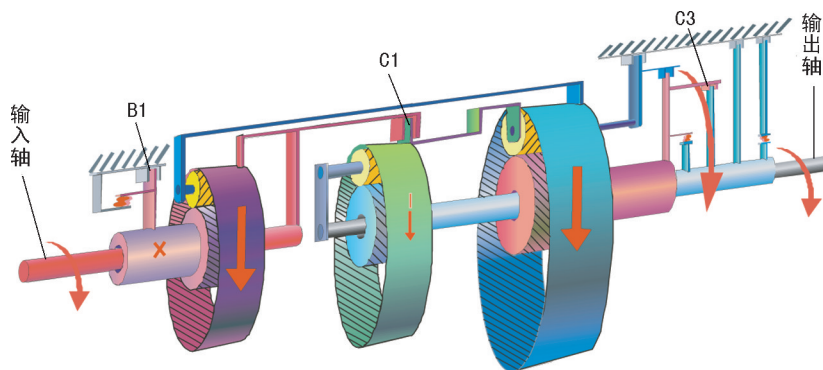


图 1-6-13 D5 档传动示意

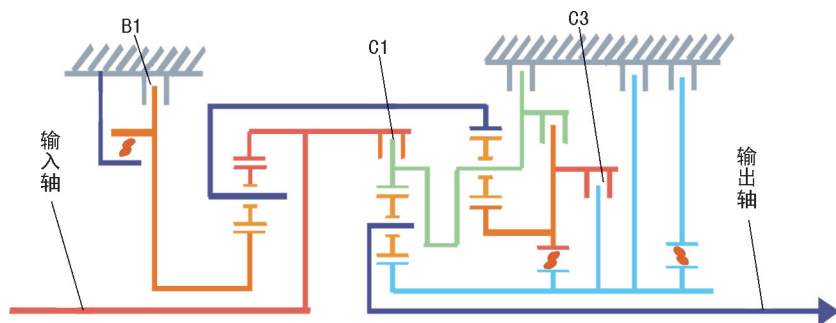


图 1-6-14 D5 档传动原理

八、R 位传动路线和档位分析

图 1-6-15 所示是 R 位传动示意。动力由输入轴带动前排齿圈顺转输入，B1 制动了前排太阳轮，动力从前排行星架第一次减速向后齿圈顺转输入。后排齿圈顺转输入，B2 制动了后排行星架、中排齿圈。此时的后排太阳轮会超速反转，离合器 C3 接合，把后排太阳轮和中排太阳轮连接起来，中排太阳轮也就反转输入，中排齿圈被 B2 制动，动力第二次从中排行星架减速反转输出完成倒档。

R 位关键执行组件：B1、B2、C3。R 位传动原理如图 1-6-16 所示。

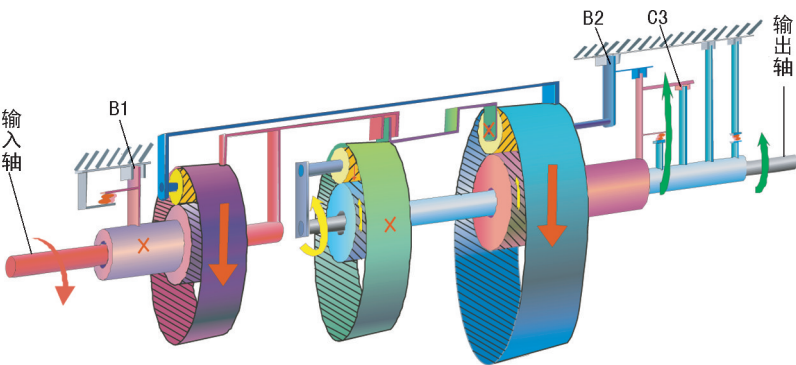


图 1-6-15 R 位传动示意

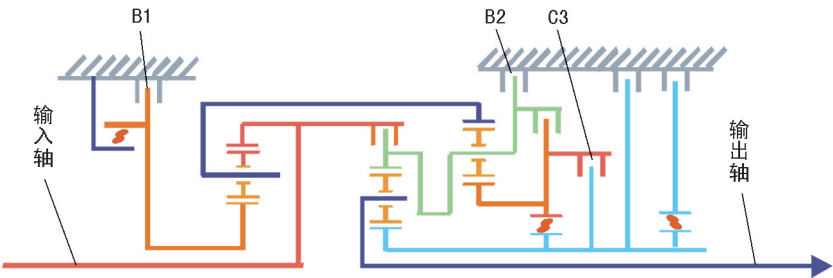


图 1-6-16 R 位传动原理

理解的关键：三个行星排、两次减速、一次超速。

RE5R05A 自动变速器关键执行组件工况见表 1-6-1，各档传动比见表 1-6-2。

表 1-6-1 关键执行组件工况

D 位（自动）					动力档（手动）					
D1	D2	D3	D4	D5	1	2	3	4	5	R
B4	B4	C2	C1	C1	B1	B1	B1	C1	C1	B1
F1	C2	C3	C2	C3	B3	B3	C2	C2	C3	B2
F2	F1	F1	C3	B1	C3	C2	C3	C3	F1	C3
F3	F3		F1							



表 1-6-2 RE5R05A 各档传动比

变速器型号	RE5R05A		
发动机型号	VQ35	VK45	Z33/Q45
1 档	3.842	3.827	3.540
2 档	2.353	2.368	2.264
3 档	1.529	1.520	1.471
4 档	1	1	1
5 档	0.839	0.834	0.834
R 位	2.765	2.613	2.370



九、自动变速器挂档后发动机怠速易熄火故障诊断

(1) 症状表现 发动机怠速运转时将变速杆由 P 位或 N 位换入 R 位、D 位、S 位、L 位（或 2 位、1 位）时发动机熄火；在前进或倒车时，踩下制动踏板停车发动机熄火。

(2) 分析思路/可能的故障原因

- ① 发动机怠速过低。
- ② 电磁阀中的锁止控制阀卡滞。
- ③ 档位开关有故障。
- ④ 输入轴转速传感器有故障。

技 能 点 拨

对于电子控制自动变速器的故障，应先进行故障自诊断，按所显示的故障码查找故障原因。

第七节 日产 RE7R01A 7 档自动变速器

RE7R01A 7 档自动变速器搭载于英菲尼迪 G37X 车上，是 RE5R05A 5 档自动变速器的升级版。它具有 7 个前进档和 1 个倒档。RE7R01A 自动变速器实物如图 1-7-1 所示。

由于 RE7R01A 7 自动变速器与 RE5R05A 5 自动变速器在结构上极其相似，只是多两个前进档，所以本节只提供总传动示意和总传动原理简图，不再逐个档位展开进行分析。总传动示意如图 1-7-2 所示。总传动原理简图

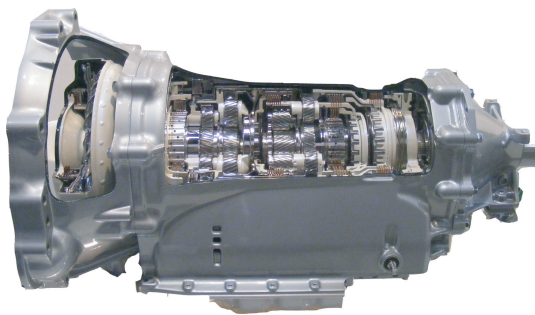


图 1-7-1 RE7R01A 自动变速器实物

如图 1-7-3 所示。

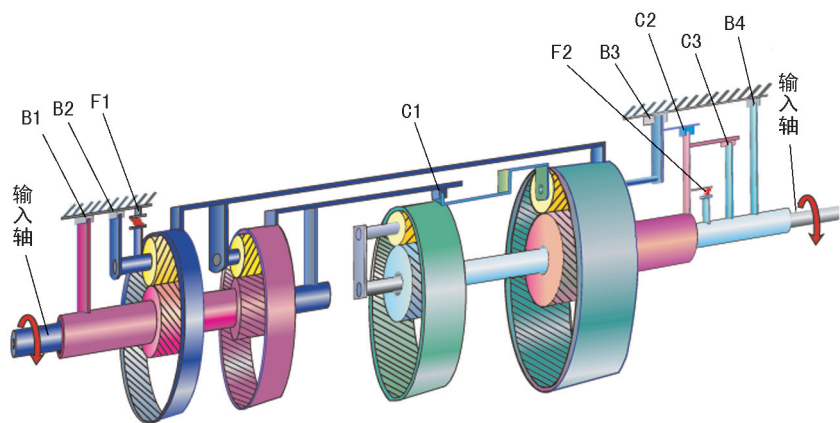


图 1-7-2 总传动示意

RE7R01A 自动变速器关键执行组件工况见表 1-7-1。

表 1-7-1 关键执行组件工况

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	动力 1 档	R
F1	B1	B1	B1	C1	C1	B2	B2	B2
F2	F2	C2	C2	C2	C3	C1	C3	B3
B4	B4	B4	C3	C3	B1	C3	B4	C3

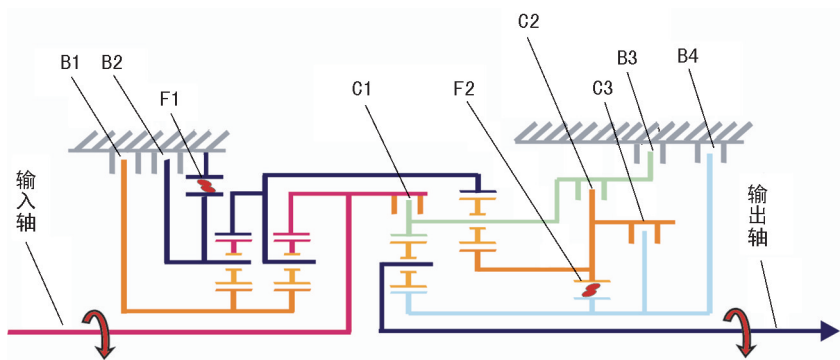


图 1-7-3 总传动原理简图

第二章

欧洲车系复合式自动变速器

第一节 奥迪 ZF-6HP-26 6 档自动变速器

一、奥迪 ZF-6HP-19/26/32 自动变速器特点

1) 奥迪 A6L/A8 轿车搭载型号为 ZF-6HP-19、ZF-6HP-26、ZF-6HP-32（这三种自动变速器传动是一样的），其大众服务号为 09L/09E。

2) 宝马 E53/E60/E61/E63/E64/E65/E66/E87/E90/E91 等车搭载型号为 GA6HP19Z、GA6HP26Z、GA6HP32Z，最大转矩分别为 $420\text{N} \cdot \text{m}$ 、 $600\text{N} \cdot \text{m}$ 和 $750\text{N} \cdot \text{m}$ 。

奥迪车型驾驶室如图 2-1-1 所示，ZF-6HP-26 变速器外观如图 2-1-2 所示，传动示意如图 2-1-3 所示。



图 2-1-1 奥迪车型驾驶室

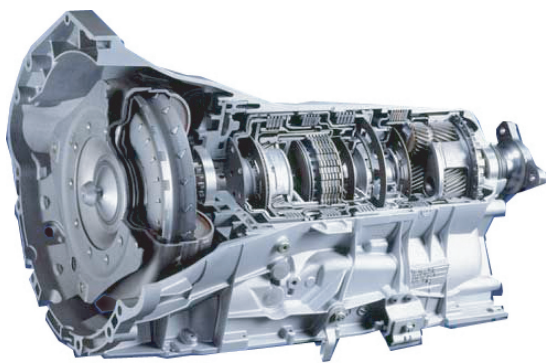


图 2-1-2 ZF-6HP-26 自动变速器外观

6HP 自动变速器由德国 ZF 公司研发生产, 传动部分由 1 个拉维娜行星排加 1 个单行星排 (共计 3 个行星排)、3 个离合器、2 个制动器 (没有单向离合器), 共 5 个执行元件组成。6HP 自动变速器具有 6 个前进档和 1 个倒档。

德国自动变速器的离合器用字母 K 代表, 为了理解方便, 本书还是用字母 C 代表, 从左至右进行排列。

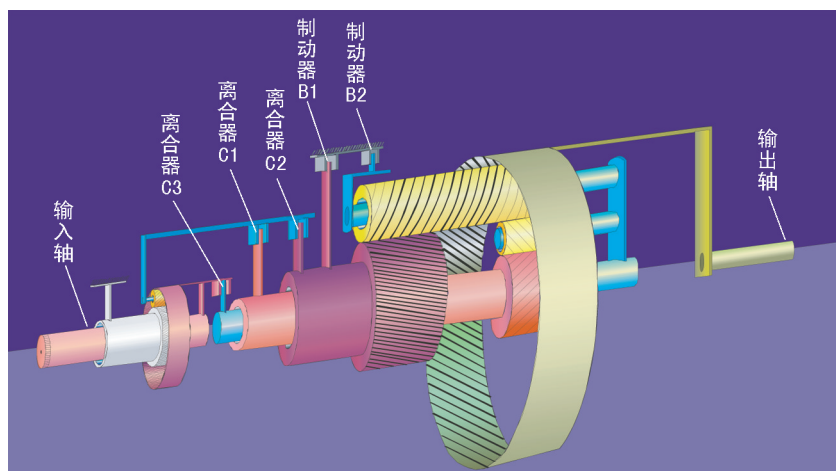


图 2-1-3 ZF-6HP-19/26/32 自动变速器传动示意

二、D1 档传动路线和档位分析

图 2-1-4 所示是 D1 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入, 前排太阳轮任何时候都是与外壳固定连接的, 动力只能从前排行星架一次减速顺转输出。由于离合器 C1 接合, 将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入, 小太阳轮顺转, 短行星轮与其外啮合反转, 公共行星架反向受力被制动器 B2 固定不动, 短行星轮反转将动力传给长行星轮外啮合顺转向齿圈二次减速输出。拉维娜的前排大太阳轮与长行星轮外啮合反向空转。

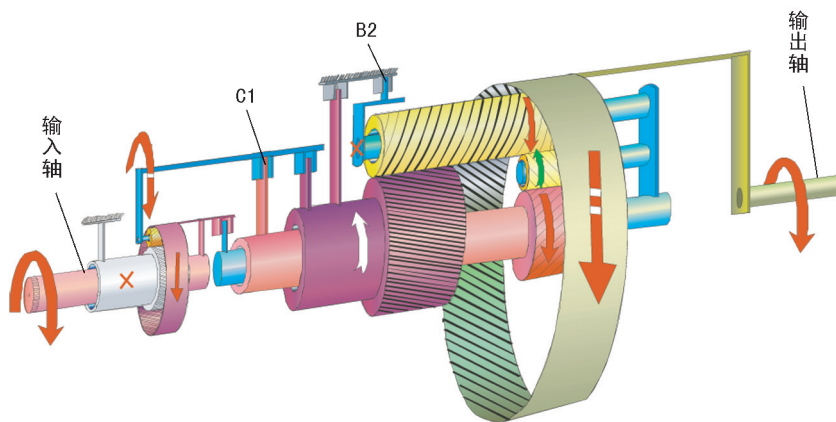


图 2-1-4 D1 档传动示意



1 档关键执行元件：C1、B2。D1 档传动原理如图 2-1-5 所示。

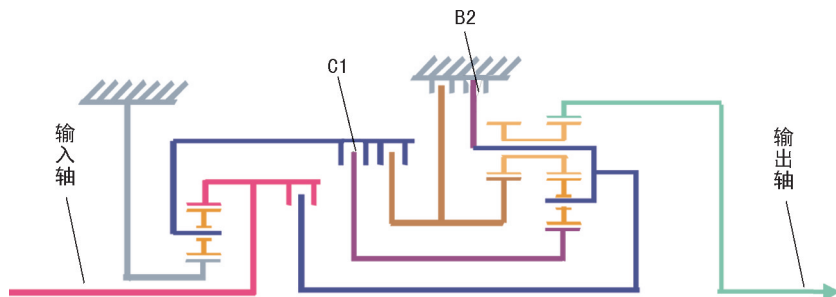


图 2-1-5 D1 档传动原理

说明

由于 ZF-6HP 没有单向离合器，它用电磁阀来控制行驶模式，所以将动力模式和经济模式一并介绍。

三、D2 档传动路线和档位分析

图 2-1-6 所示是 D2 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，前排太阳轮任何时候都是与外壳固定连接的，动力只能从前排行星架一次减速顺转输出。由于离合器 C1 接合，将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入，小太阳轮顺转输入，这些与 1 档相同。不同的是：1 档时正在反转的拉维娜前排大太阳轮突然被制动器 B1 制动，此时公共行星架得到一个顺时针方向的推动力，推动齿圈“加速”输出（这里说的加速是比 1 档快的意思，不是传动比小于 1 的加速）。

2 档关键执行元件：C1、B1。D2 档传动原理如图 2-1-7 所示。

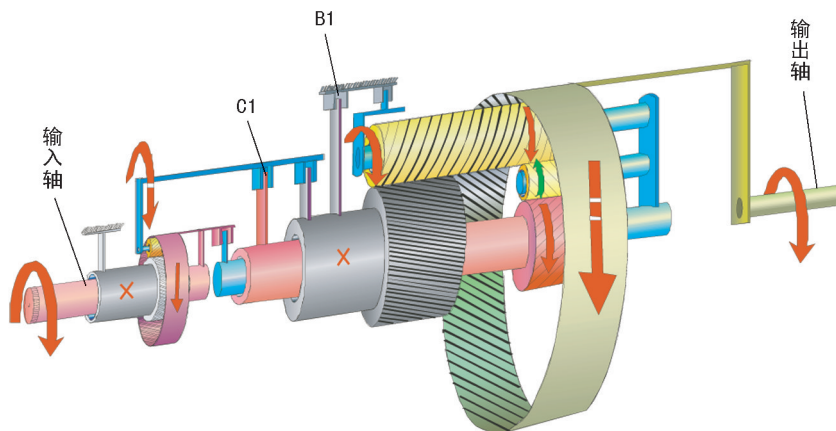


图 2-1-6 D2 档传动示意

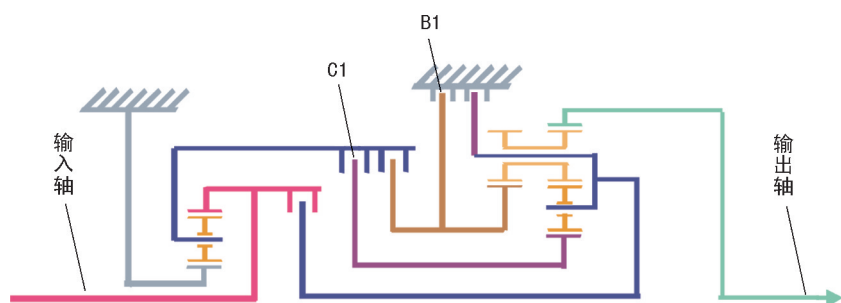


图 2-1-7 D2 档传动原理

四、D3 档传动路线和档位分析

图 2-1-8 所示是 D3 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，前排太阳轮任何时候都是与外壳固定连接的，动力只能从前排行星架一次减速顺转输出。由于离合器 C1 接合，将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入，另外离合器 C2 接合，又将动力连接到拉维娜前排大太阳轮上，拉维娜两排相互锁定再接前排，以大于 1 的转速、1:1 输出，实现 3 档动力传递（前排有一次减速）。

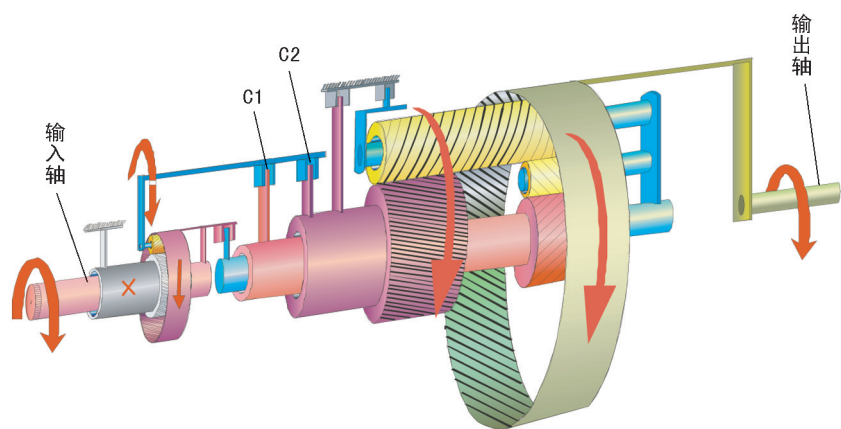


图 2-1-8 D3 档传动示意

3 档关键执行元件：C1、C2。D3 档传动原理如图 2-1-9 所示。

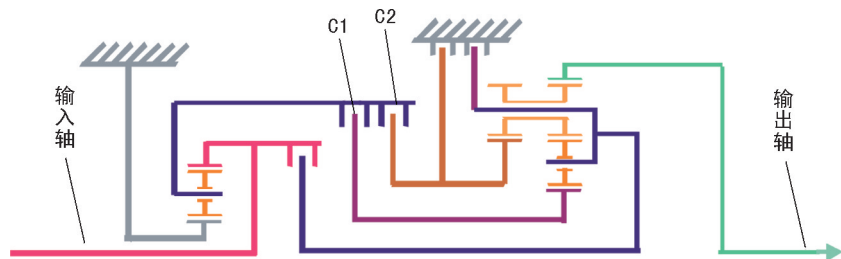


图 2-1-9 D3 档传动原理



五、D4 档传动路线和档位分析

图 2-1-10 所示是 D4 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，离合器 C3 接合，将输入轴的动力传给拉维娜公共行星架顺转输入。另外，离合器 C1 接合，接前排通过行星架减速输出，将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入。

从表面上看，离合器 C1、C3 的接合像是一个超速输入，其实不然，这里要解决两方面的问题：第一，离合器 C1 接合，前单排本身就是一个减速输出；第二，拉维娜的小太阳轮顺转输入，与行星架输入的旋转方向相同，会减少行星架的输入速度。这就是说，4 档的总传动比还是大于 1。

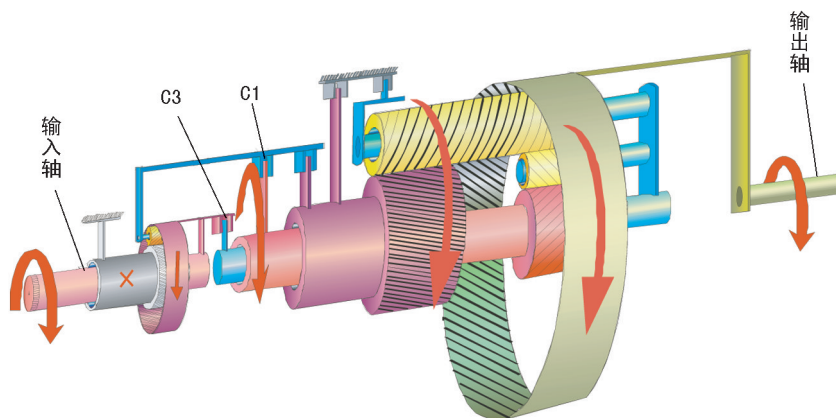


图 2-1-10 D4 档传动示意

4 档关键执行元件：C1、C3。D4 档传动原理如图 2-1-11 所示。

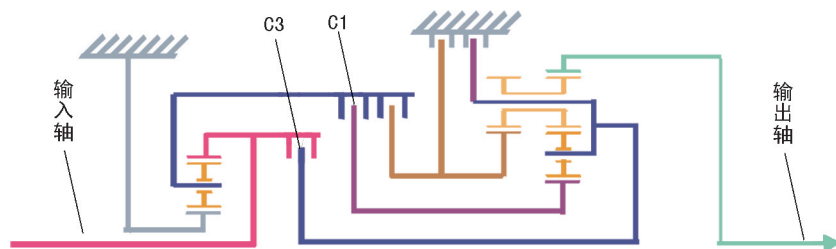


图 2-1-11 D4 档传动原理

六、D5 档传动路线和档位分析

图 2-1-12 所示是 D5 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，前排太阳轮固定，行星架一次减速向后输出，离合器 C2 接合，动力传给拉维娜大太阳轮顺转输入。离合器 C3 接合，将输入轴的动力传给拉维娜公共行星架顺转输入。从表面上看，离合器 C3 接合，行星架在超速输入，但实际上由于离合器 C2 接合，拉维娜前排大太阳轮在顺转，长行星轮外啮合反转会减少行星架的输入速度（行星架减去大太阳轮反转），最终传动比小于 1。

5 档关键执行元件：C2、C3。D5 档传动原理如图 2-1-13 所示。

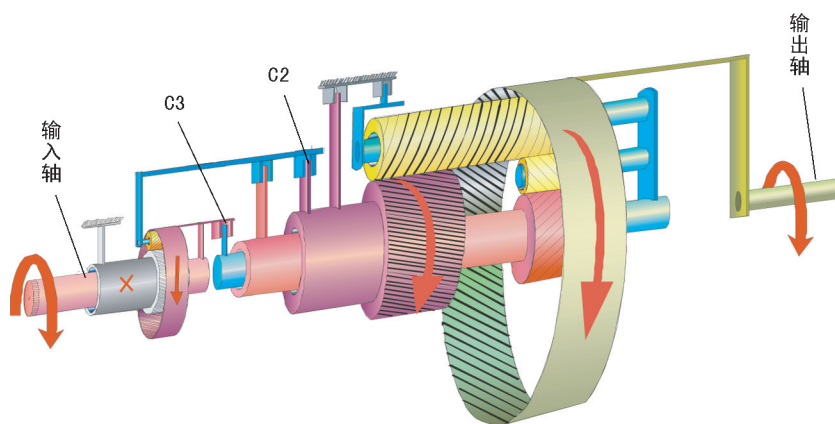


图 2-1-12 D5 档传动示意

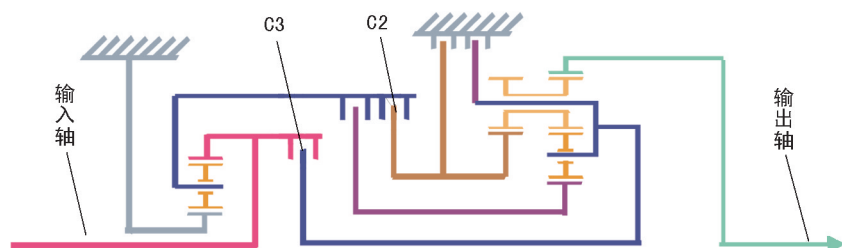


图 2-1-13 D5 档传动原理

七、D6 档传动路线和档位分析

图 2-1-14 所示是 D6 档传动示意。离合器 C3 接合，将输入轴的动力传给拉维娜公共行星架顺转输入，由于制动器 B1 制动了拉维娜的大太阳轮，齿圈以小于 1 的速度输出，实现超速档。

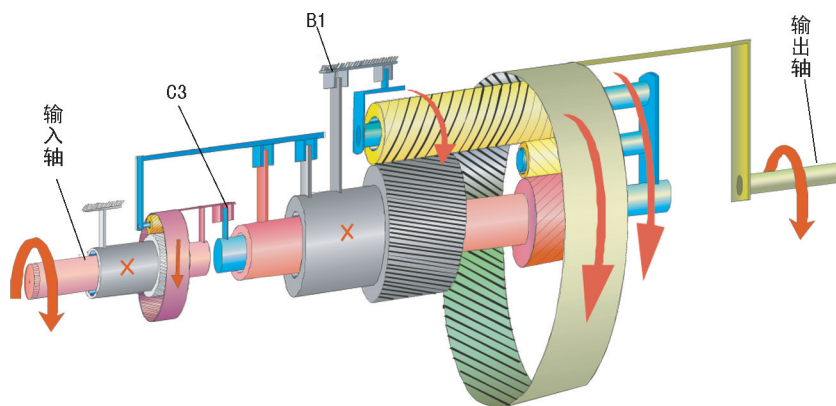


图 2-1-14 D6 档传动示意

6 档关键执行元件：C3、B1。D6 档传动原理如图 2-1-15 所示。

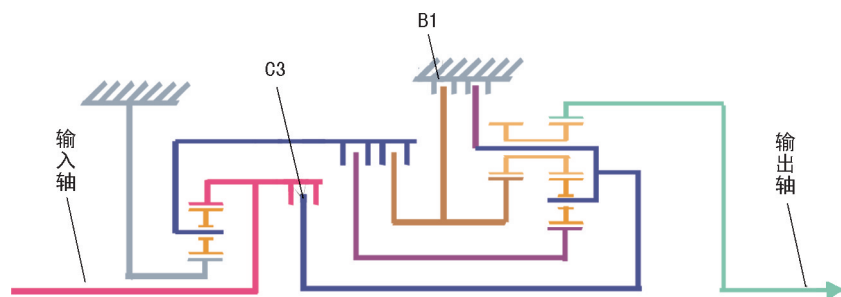


图 2-1-15 D6 档传动原理



八、R 位传动路线和档位分析

图 2-1-16 所示是 R 位传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，前排太阳轮任何时候都是与外壳固定连接的，动力只能从前排行星架一次减速顺转输出，这与 1 档相同。动力从行星架输出后，离合器 C2 接合，动力再从拉维娜大太阳轮顺转输入，由于制动器 B2 制动了行星架，长行星轮外啮合反转，齿圈内啮合再次减速反转输出，实现倒档传递。

R 位关键执行元件：C2、B2。R 位传动原理如图 2-1-17 所示。

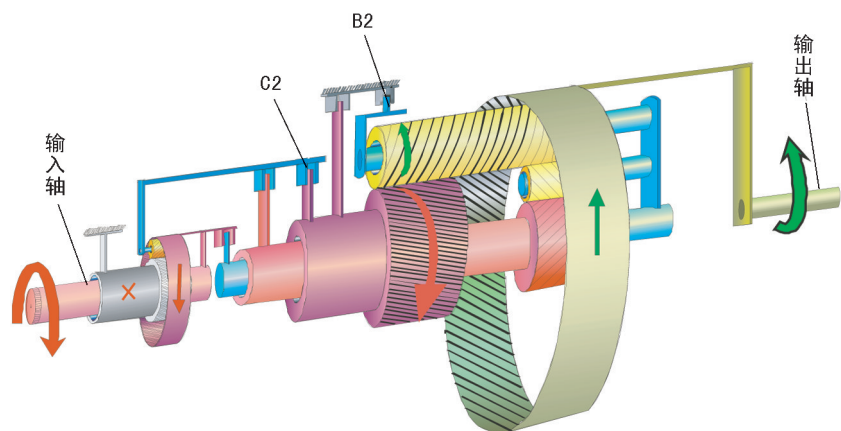


图 2-1-16 R 位传动示意

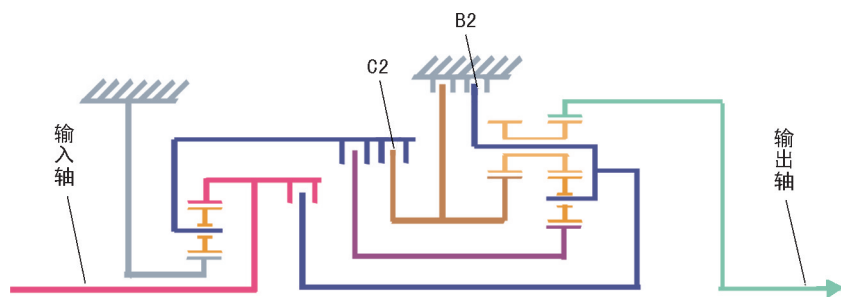


图 2-1-17 R 位传动原理

ZF-6HP 自动变速器关键执行组件工况见表 2-1-1，各档传动比见表 2-1-2。

表 2-1-1 关键执行组件工况

D1	D2	D3	D4	D5	D6	R
C1	C1	C1	C1	C2	B1	C2
B2	B1	C2	C3	C3	C3	B2

表 2-1-2 ZF-6HP 各档传动比

变速器型号 6HP	传动比
1 档	4.171
2 档	2.340
3 档	1.521
4 档	1.141
5 档	0.867
6 档	0.691
R 位	3.403

九、不能强制降档故障诊断

- (1) 症状表现 当车辆以 3 档或超速档行驶时，突然将加速踏板踩到底，自动变速器不能立即降低一个档位，致使汽车加速无力。
- (2) 分析思路/可能的故障原因
- ① 节气门拉索或节气门位置传感器调整不当。
 - ② 强制降档开关损坏或安装不当。
 - ③ 强制降档电磁阀损坏或线路短路、断路。
 - ④ 阀板中的强制降档控制阀卡滞。

第二节 奔驰 722.9 7 档自动变速器

一、奔驰 722.9 自动变速器特点

奔驰 E 级、S 级、CL 级和 SL 级都搭载 722.9 自动变速器，它由 1 个（2 排）拉维娜式复合行星齿轮机构和 2 个单排行星齿轮机构组合在一起，有 4 个制动器、3 个离合器，共 7 个执行元件，可实现 7 个前进档和 2 个倒档。因为没有设计单向离合器，在汽车升降档的过程中要想换档平顺性好，就必须使执行元件重叠交换。执行元件的重叠交换势必会造成动力干涉，因此对电子控制技术要求极高。这类自动变速器采用了镁合金外壳，档位密度好，体积小，重量轻，有利于手自动一体化操作。

奔驰车型驾驶室如图 2-2-1 所示，722.9 自动变速器解剖图如图 2-2-2 所示，722.9 自动变速器传动示意如图2-2-3所示。

输入轴与第二排齿圈刚性连接，前两排为公共太阳轮，第一排行星架与第四排齿圈连接



在一起，第三排齿圈又与第四排行星架连接在一起，第三排行星架与输出轴连接，第三排太阳轮和第四排太阳轮都是独立太阳轮。



图 2-2-1 奔驰车型驾驶室

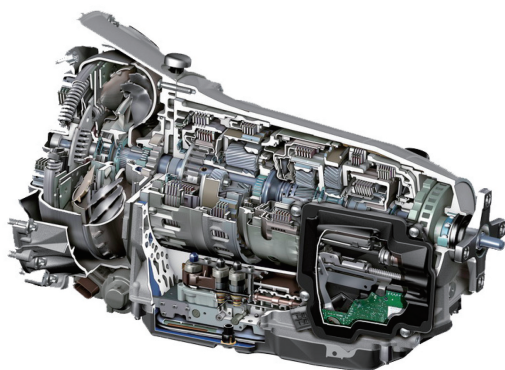


图 2-2-2 722.9 自动变速器解剖图

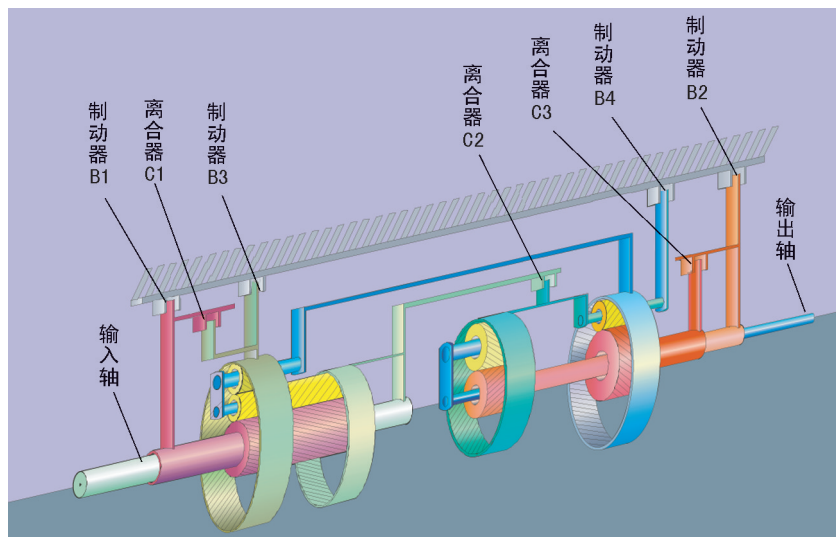


图 2-2-3 722.9 自动变速器传动示意



二、D1 档传动路线和档位分析

图 2-2-4 所示是 D1 档传动示意。前行星齿轮排由一个拉维娜式复合行星齿轮机构和两个单排行星齿轮机构组合在一起，包括一个共轴的大小太阳轮，两个齿圈前面第一排是一个与短行星轮内啮合的大齿圈，第二排是一个与长行星轮内啮合的小齿圈，公共行星架用来向第四排输出。

1) 动力由第二排齿圈顺转输入，制动器 B3 制动了前排大齿圈，行星架第一次减速向第四排齿圈顺转输入。公共太阳轮反空转。

2) 制动器 B2 制动了第三排太阳轮，由于离合器 C3 接合，第四排太阳轮也被固定，第四排齿圈顺转输入，行星架二次减速向第三排齿圈顺转输出。

3) 由于第三排齿圈与第四排行星架是一构件，齿圈顺转输入，太阳轮被固定，行星架第三次减速向输出轴输出实现 1 档动力传递。

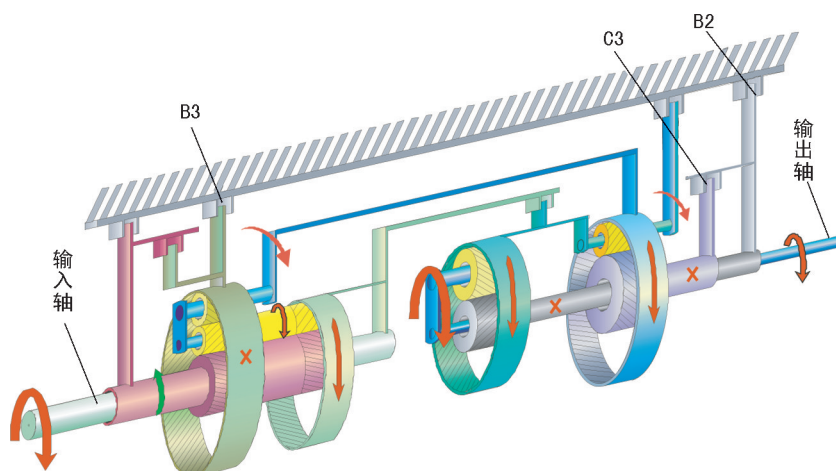


图 2-2-4 D1 档传动示意

说明

前两排齿圈输入，拉维娜的公共行星架第一次减速输出。第四排齿圈输入，太阳轮固定，行星架第二次减速输出。第三排齿圈输入，太阳轮固定，行星架第三次减速输出。

D1 档关键执行元件：B3、B2、C3。D1 档传动原理如图 2-2-5 所示。

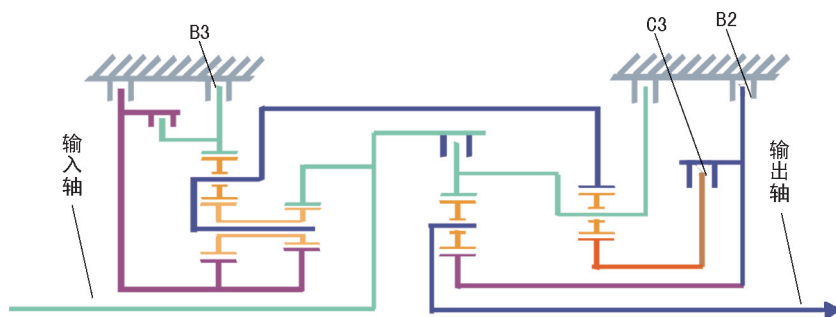


图 2-2-5 D1 档传动原理

三、D2 档传动路线和档位分析

图 2-2-6 所示是 D2 档传动示意。

1) 动力由第二排齿圈顺转输入，制动器 B1 制动了拉维娜的公共太阳轮，这样拉维娜行星排是齿圈输入，太阳轮固定，行星架第一次减速向第四排齿圈输出。2 档输出时拉维娜的行星架输出速度比 1 档快的原因是太阳轮固定（因为 1 档太阳轮在反向空转）。

2) 制动器 B2 制动了第三排太阳轮，由于离合器 C3 接合，第四排太阳轮也被固定，第四排齿圈顺转输入，行星架二次减速向第三排齿圈顺转输出。



3) 由于第三排齿圈与第四排行星架是一构件，齿圈顺转输入，太阳轮被固定，行星架第三次减速向输出轴输出实现 2 档动力传递。

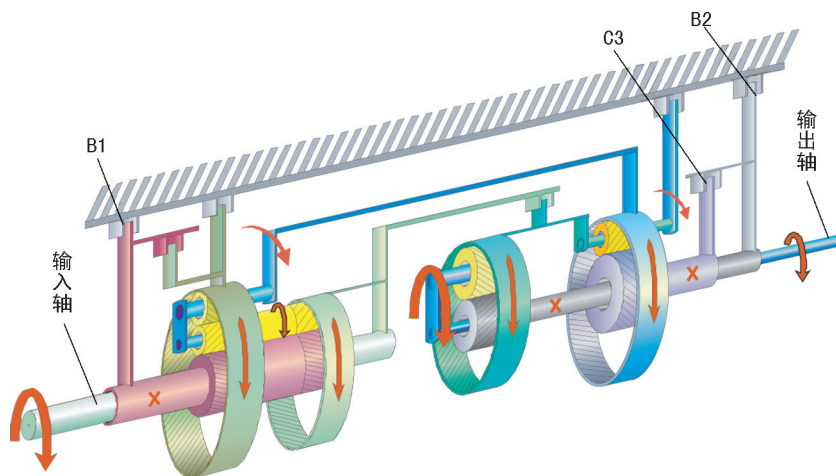


图 2-2-6 D2 档传动示意

说明

前两排齿圈输入，拉维娜的公共行星架第一次减速输出。第四排齿圈输入，太阳轮固定，行星架第二次减速输出。第三排齿圈输入，太阳轮固定，行星架第三次减速输出。

D2 档关键执行元件：B1、B2、C3。D2 档传动原理如图 2-2-7 所示。

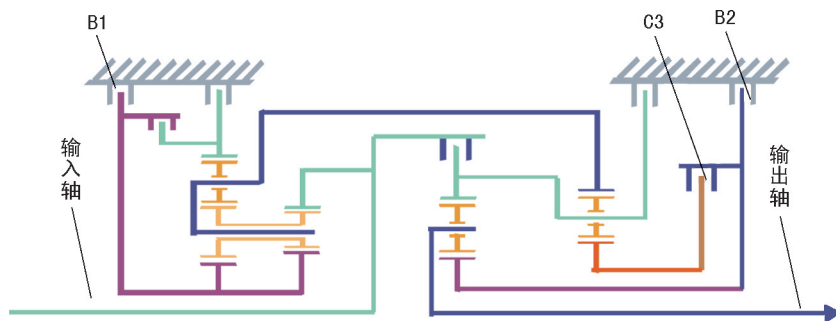


图 2-2-7 D2 档传动原理



四、D3 档传动路线和档位分析

图 2-2-8 所示是 D3 档传动示意。

1) 动力由第二排齿圈顺转输入，离合器 C1 接合，将拉维娜的齿圈与公共太阳轮连接起来 1:1 向后面输出。

2) 制动器 B2 制动了第三排太阳轮，由于离合器 C3 接合，第四排太阳轮也被固定，第四排齿圈顺转输入，行星架第一次减速向第三排齿圈顺转输出。

3) 由于第三排齿圈与第四排行星架是一构件，齿圈顺转输入，太阳轮被固定，行星架第二次减速向输出轴输出实现 3 档动力传递。

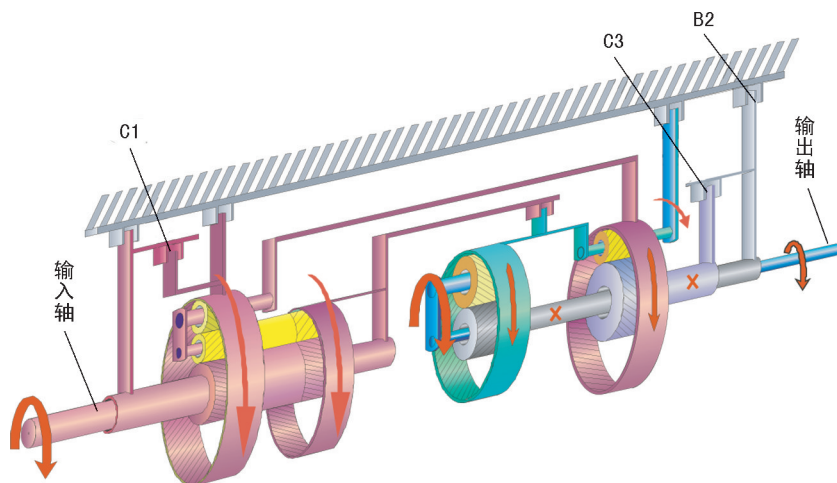


图 2-2-8 D3 档传动示意

说明

前两排齿圈输入又 1 : 1 输出，拉维娜公转向第四排输出。第四排齿圈输入，太阳轮固定，行星架第一次减速输出。第三排齿圈输入，太阳轮固定，行星架第二次减速输出。

D3 档关键执行元件：C1、B2、C3。D3 档传动原理如图 2-2-9 所示。

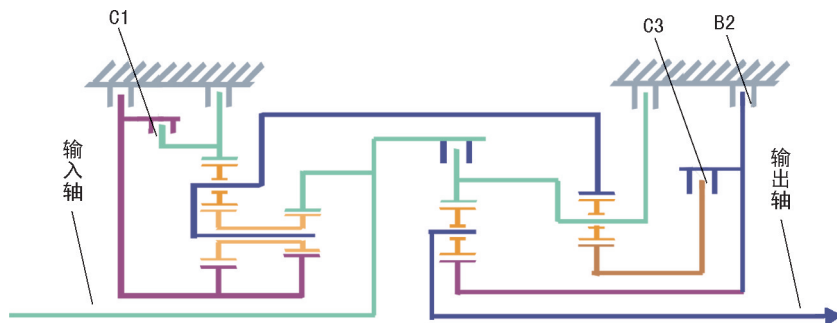


图 2-2-9 D3 档传动原理

五、D4 档传动路线和档位分析

图 2-2-10 所示是 D4 档传动示意。动力由第二排齿圈顺转输入，离合器 C1 接合，将拉维娜的齿圈与公共太阳轮连接起来 1 : 1 向后面输出。离合器 C2 接合，将动力接到第三排齿圈上。第四排也 1 : 1 空转。现在只有第三排太阳轮被 B2 制动，齿圈输入，行星架第一次减速输出实现 4 档动力传递。

D4 档关键执行元件：C1、C2、B2。D4 档传动原理如图 2-2-11 所示。

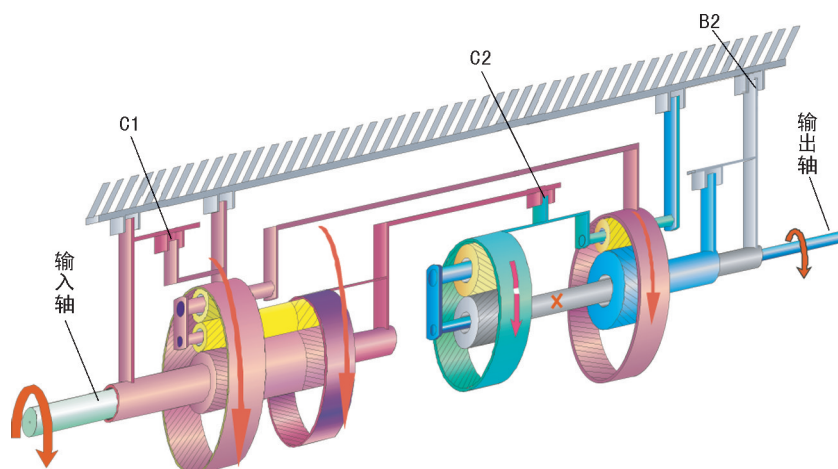


图 2-2-10 D4 档传动示意

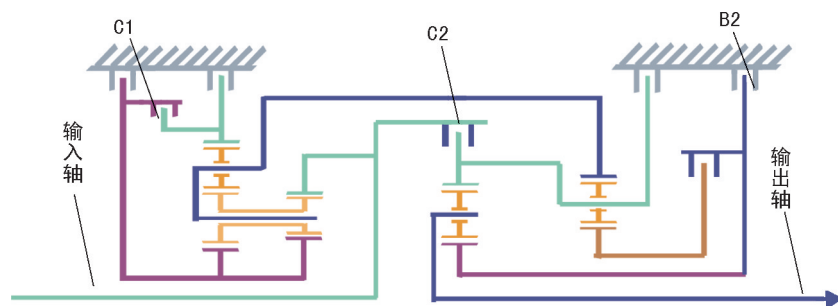


图 2-2-11 D4 档传动原理



六、D5 档传动路线和档位分析

图 2-2-12 所示是 D5 档传动示意。输入轴输入，离合器 C1 接合，将拉维娜的齿圈与公共太阳轮连接起来 1 : 1 输出。离合器 C2 接合，将动力接到第三排齿圈上，离合器 C3 接合，把第四排、第三排太阳轮也连接起来，这样整个传动都为 1 : 1 公转输出直接档。

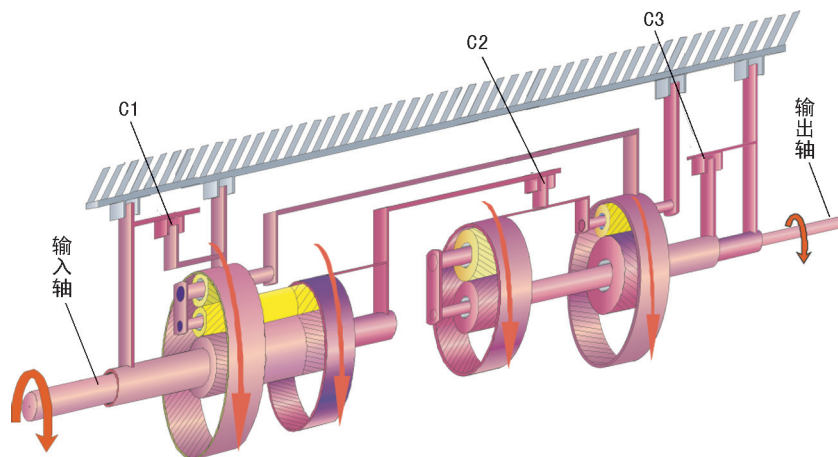


图 2-2-12 D5 档传动示意

D5 档关键执行元件：C1、C2、C3。D5 档传动原理如图 2-2-13 所示。

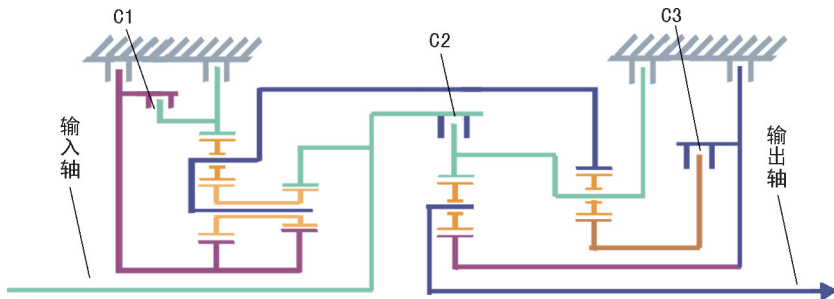


图 2-2-13 D5 档传动原理

七、D6 档传动路线和档位分析

图 2-2-14 所示是 D6 档传动示意。离合器 C2 接合，动力 1:1 直接从第三排齿圈输入，前两排拉维娜也有一个齿圈在输入。由于将公共太阳轮制动，行星架输出，看起来是一个减速输出。但我们要整体分析，第四排在向太阳轮加速输入（前面拉维娜 B1 制动，太阳轮减速）。

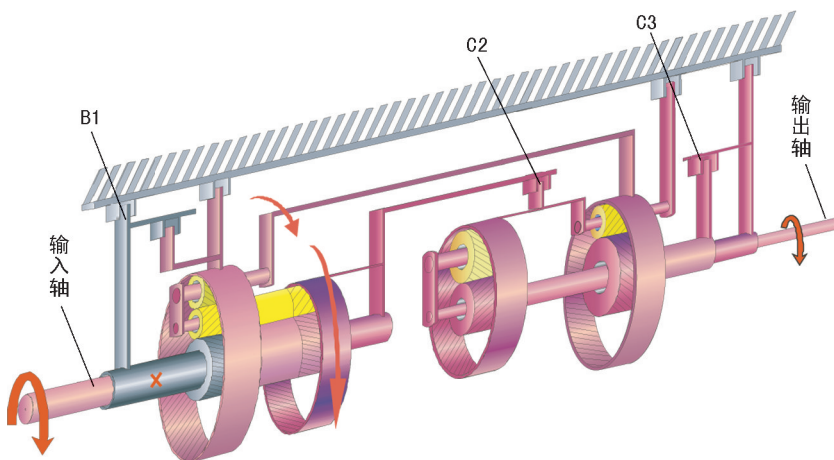


图 2-2-14 D6 档传动示意

D6 档关键执行元件：B1、C2、C3。D6 档传动原理如图 2-2-15 所示。

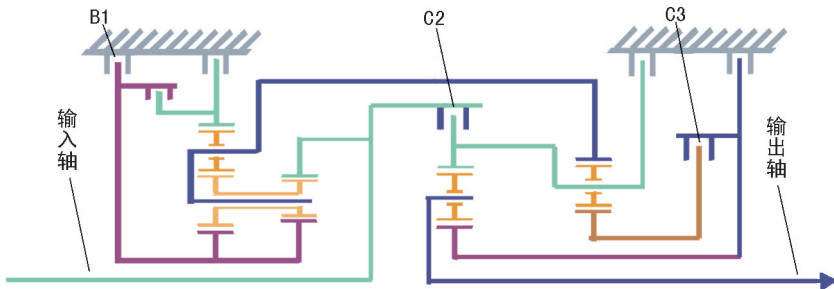


图 2-2-15 D6 档传动原理



提示:

提示: 前面拉维娜 B1 制动太阳轮, 行星排、行星架减速输出, 最终第三排行星架超速输出。



八、D7 档传动路线和档位分析

图 2-2-16 所示是 D7 档传动示意。离合器 C2 接合，动力 1 : 1 直接从第三排齿圈输入，前两排拉维娜也有一个齿圈在输入。由于将齿圈制动，行星架输出，因此看起来是减速输出，但整体分析，第四排在向太阳轮加速输入，而且比 6 档更快（前面拉维娜 B3 制动拉维娜的第一排大齿圈减速）。

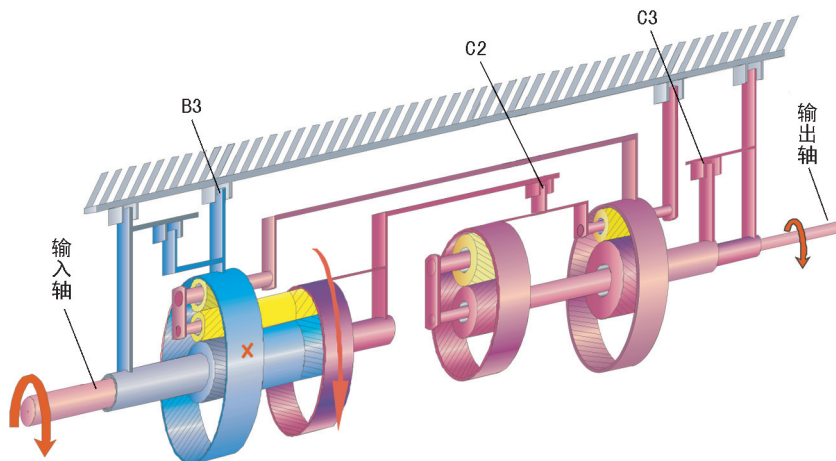


图 2-2-16 D7 档传动示意

D7 档关键执行元件: B3、C2、C3。D7 档传动原理如图 2-2-17 所示。

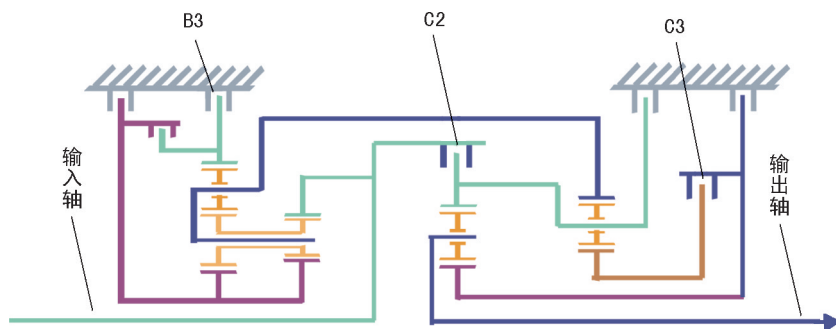


图 2-2-17 D7 档传动原理



提示：

提示：前面拉维娜 B3 制动大齿圈，行星排、行星架减速输出，最终第三排行星架超速输出。

九、R1 档传动路线和档位分析

图 2-2-18 所示是 R1 档传动示意。奔驰 722.9 自动变速器有两个倒档：一个慢倒档 R1，一个快倒档 R2。

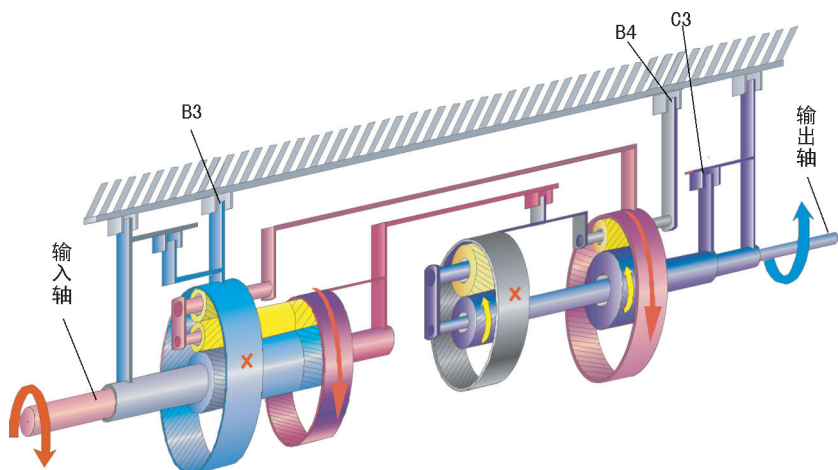


图 2-2-18 R1 档传动示意

1) 动力由输入轴经前面拉维娜的小齿圈顺转输入，制动器 B3 制动拉维娜大齿圈，公共行星架第一次减速向第四排齿圈输出，拉维娜的太阳轮在反空转（这个与 D1 档一样，减速）。

2) 由于制动器 B4 制动了第四排行星架和第三排齿圈，另一方面，离合器 C3 接合，将三、四排太阳轮连接起来。这样，第四排已经减速的齿圈在顺转输入，行星架制动，行星轮内啮合自转（顺转），第四排太阳轮与其外啮合会反转（有点超速）。

3) 第四排太阳轮反转，通过离合器 C3 传给第三排太阳轮，第三排太阳轮反转输入，齿圈固定，行星架再次减速反转输出实现 R1 档动力传递。

R1 档关键执行元件：B3、B4、C3。R1 档传动原理如图 2-2-19 所示。

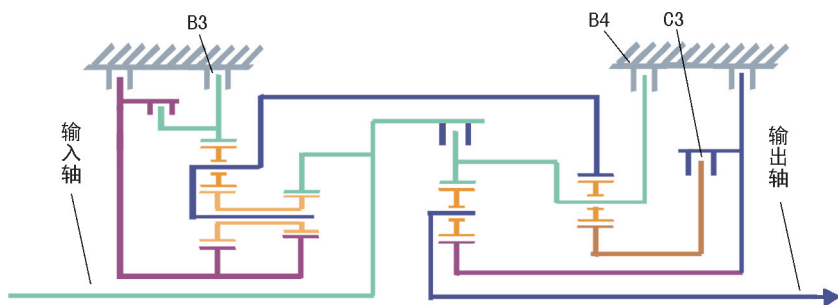


图 2-2-19 R1 档传动原理

十、R2 档传动路线和档位分析

图 2-2-20 所示是 R2 档传动示意。动力由输入轴经前面拉维娜的小齿圈顺转输入，制动器 B1 制动拉维娜太阳轮，公共行星架第一次减速向第四排齿圈输出（这个与 D2 档一样，减



速)。由于制动器 B4 制动了第四排行星架和第三排齿圈, 另一方面, 离合器 C3 接合, 将三、四排太阳轮连接起来。这样, 第四排已经减速的齿圈在顺转输入, 行星架制动, 行星轮内啮合自转 (顺转), 第四排太阳轮与其外啮合会反转 (有点超速)。第四排太阳轮反转, 通过离合器 C3 传给第三排太阳轮, 第三排太阳轮反转输入, 齿圈固定, 行星架再次减速反转输出实现 R2 档动力传递。

R2 档关键执行元件: B1、B4、C3。R2 档传动原理如图 2-2-21 所示。

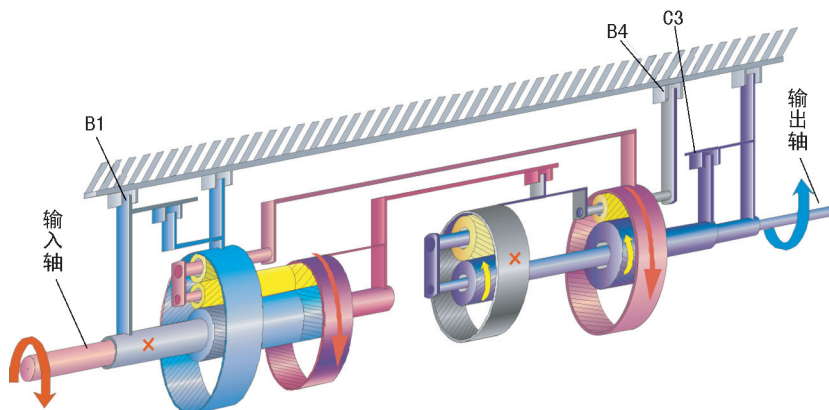


图 2-2-20 R2 档传动示意

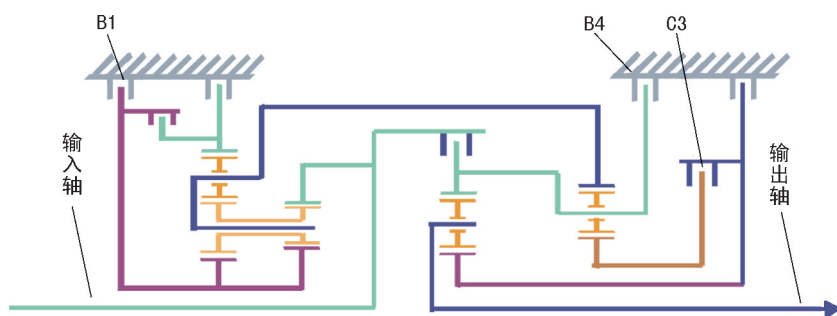


图 2-2-21 R2 档传动原理

奔驰 722.9 自动变速器关键执行组件工况见表 2-2-1, 各档传动比见表 2-2-2。

表 2-2-1 关键执行组件工况

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	R1	R2
3	C3	C3	C1	C1	C2	C2	B3	B1
B2	B1	C1	C2	C2	C3	C3	B4	B4
B3	B2	B2	B2	C3	B1	B3	C3	C3

表 2-2-2 奔驰 722.9 各档传动比

变速器型号 722.9	传动比
1	0.337

(续)

变速器型号 722.9	传动比
2	2.859
3	1.921
4	1.368
5	1
6	0.820
7	0.728
R1	3.416
R2	2.231

十一、自动变速器无锁止故障诊断

(1) 症状表现 汽车行驶中,车速、档位已满足锁止离合器起作用的条件,但锁止离合器仍没有产生锁止作用;汽车油耗显著增加。

(2) 分析思路/可能的故障原因

- ① 变速器油温度传感器有故障。
- ② 节气门故障。
- ③ 锁止电磁阀有故障或线路短路、断路。
- ④ 锁止控制阀有故障。
- ⑤ 变矩器中的锁止离合器损坏。对奔驰车进行

故障诊断如图 2-2-22 所示。

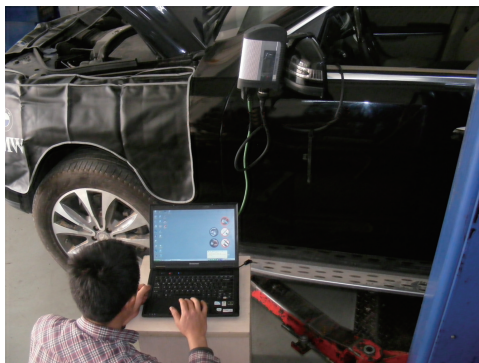


图 2-2-22 对奔驰车进行故障诊断

技能点拨

- ① 对于电子控制自动变速器,应先进行故障自诊断,检查与锁止控制有关的部件,包括变速器油温度传感器、节气门位置传感器、锁止电磁阀等。
- ② 若控制系统无故障,则应更换变矩器。

第三节 大众 AG6-09D 6 档自动变速器

一、大众 09D/09G 自动变速器特点

09G/09D 自动变速器在主传动机构上基本相似,它是日本爱信公司开发的六个前进档和一个倒档的自动变速器。其前驱动代号为 TF-60SN,后驱动代号为 TR-60SN。与前面的



6HP-26 自动变速器相比, 09G/09D 只是多了一个单向离合器。09D /09G 搭载在大众途锐、速腾、迈腾、高尔夫、途安和新甲壳虫等车型上。由于 09D/09G 与 6HP-26 除了 D1 档有个起步单向离合器起作用有所不同外, 其他各档位分析完全相同, 所以本节里只对两个不同的 1 档进行介绍, 其他档位不再重复叙述。大众途锐驾驶室如图 2-3-1 所示。09D 变速器外观如图 2-3-2 所示, 原理如图 2-3-3 所示。



图 2-3-1 大众途锐驾驶室

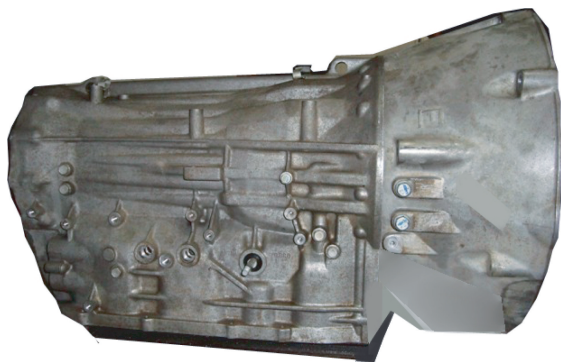


图 2-3-2 AG6-09D 自动变速器外观

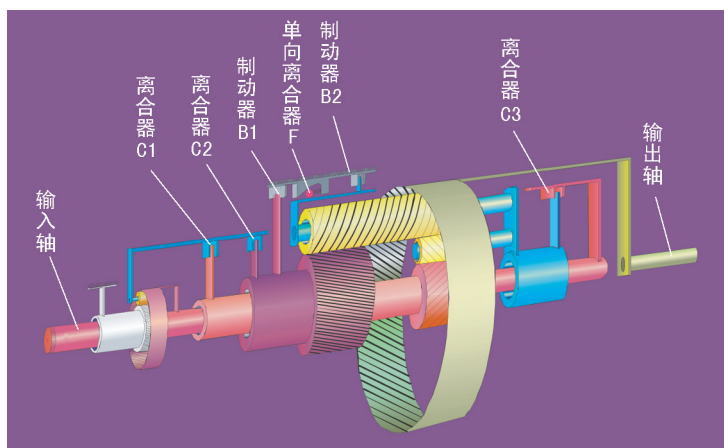


图 2-3-3 AG6-09D 自动变速器传动示意



二、D1 档传动路线和档位分析

图 2-3-4 所示是 D1 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入, 前排太阳轮任何时候都是与外壳固定连接的, 动力只能从前排行星架一次减速顺转输出。由于离合器 C1 接合, 将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入, 小太阳轮顺转, 短行星轮与其外啮合反转, 公共行星架反向受力被单向离合器单向固定不动, 短行星轮反转将动力传给长行星轮外啮合顺转向齿圈二次减速输出。拉维娜的前排大太阳轮与长行星轮外啮合反空转。

D1 档关键执行元件: C1、F。D1 档传动原理如图 2-3-5 所示。

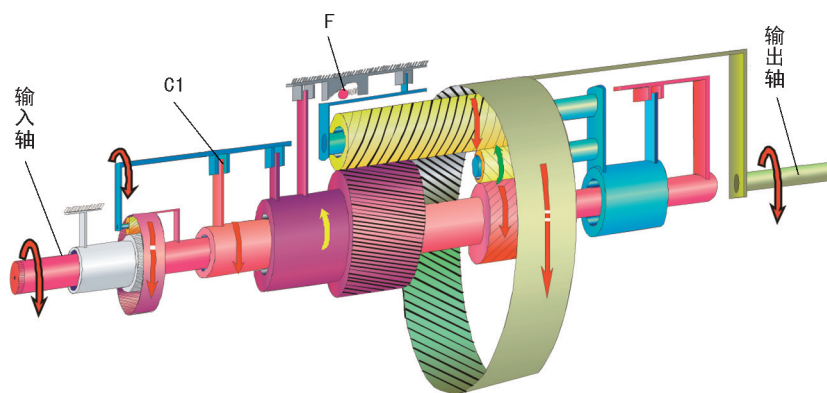


图 2-3-4 D1 档传动示意

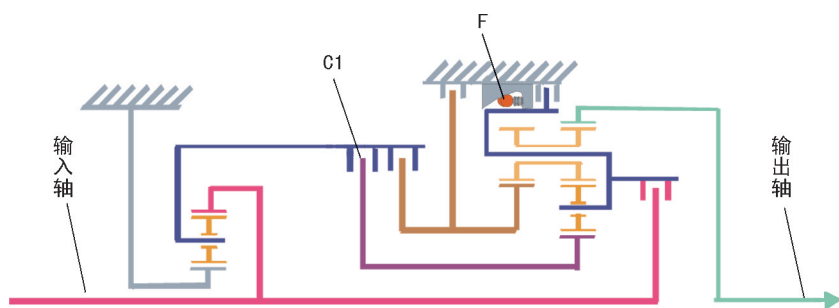


图 2-3-5 D1 档传动原理



三、动力 1 档传动路线和档位分析

图 2-3-6 所示是动力 1 档传动示意。动力 1 档的传动路线和档位分析与 D1 档大部分基本相同，不同的是：为了起步平顺性好，D1 档采用了单向离合器 F 单向固定行星架（因为可以升 D2 档），动力 1 档则是使用制动器 B2 双向固定行星架，不能升 2 档。动力 1 档传动原理如图 2-3-7 所示。

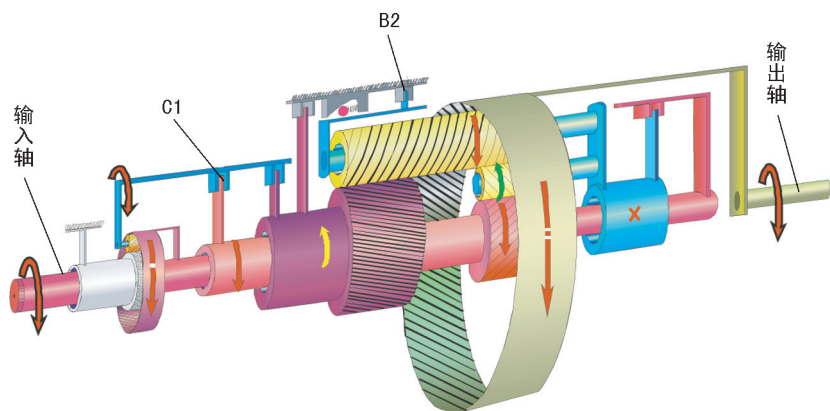


图 2-3-6 动力 1 档传动示意

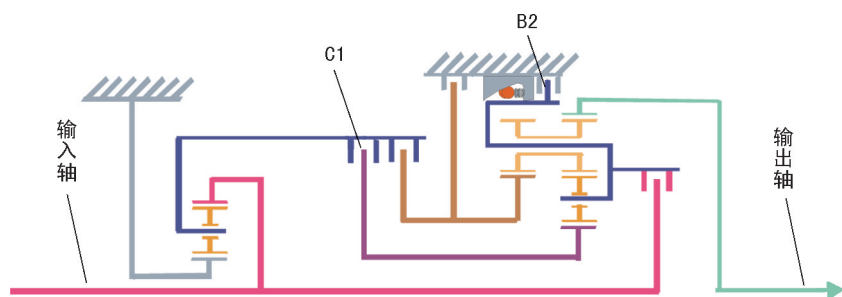


图 2-3-7 动力 1 档传动原理

四、自动变速器异响故障诊断

(1) 症状表现 在汽车运行过程中,自动变速器内始终有一异常响声;汽车行驶时自动变速器有异响,停车挂空档后异响消失。

(2) 分析思路/可能的故障原因

- ① 油泵因磨损过甚或变速器油油面高度过低、过高而产生异响。
- ② 变矩器因锁止离合器、导轮单向超越离合器等损坏而产生异响。
- ③ 行星齿轮机构异响及换档执行元件异响。

第四节 宝马 5HP-30 5 档自动变速器

一、宝马 5HP-30 自动变速器特点

5HP-30 自动变速器是德国 ZF 公司生产的有 5 个前进档和 1 个倒档的电子控制自动变速器,搭载于宝马 540i、740i、X54 和 750Li 等车型上。

5HP-30 自动变速器由 3 个简单行星排组合而成,其中有 3 组离合器 C1、C2 和 C3,4 组制动器 B1、B2、B3 和 B4,2 个单向离合器 F1、F2。

离合器 C1 接合,可以将动力传给中后排太阳轮,因为中后排是公共太阳轮。离合器 C2 接合,可以将动力传给前排太阳轮。离合器 C3 接合,可以将动力传给前排齿圈、中排行星架和后排齿圈,因为这 3 个元件是串在一起的。

制动器 B1 可以固定前排太阳轮。制动器 B2 可以间接固定前排行星架和中排齿圈。制动器 B3 直接固定前排行星架和中排齿圈。制动器 B4 则可以直接固定前齿圈、中排行星架和后排齿圈。

单向离合器 F1 在后齿圈与变速器壳体之间,用于固定内圈。单向离合器 F2 在制动器 B2 与前排行星架之间,用于限制前排行星架、中排齿圈(只有制动器 B2 制动时工作)。

宝马车型驾驶室如图 2-4-1 所示,5HP-30 原理如图 2-4-2 所示。



图 2-4-1 宝马车型驾驶室

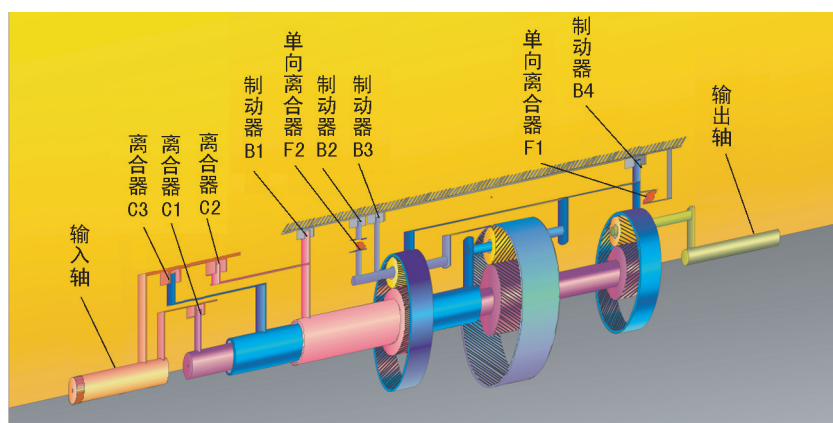


图 2-4-2 5HP-30 自动变速器传动示意

二、D1/动力 1 档传动路线和档位分析

图 2-4-3 所示是 D1/动力 1 档传动示意。输入轴连接到 3 个离合器套筒上顺转，离合器 C1 接合，动力传给中、后排公共太阳轮顺转，单向离合器 F1 防止后齿圈反转单向固定，后排行星架减速输出实现 D1 档动力传递。D1 档时如果车速超过变速器传动速度，在单向离合器处可以打滑。如果在动力 1 档行驶，则制动器 B4 直接制动后齿圈，车速超过变速器传动速度时不能打滑（称为有发动机制动）。D1/动力 1 档传动原理如图 2-4-4 所示。

提示： 动力 1 档只在执行元件工作表里面反映，这里不再单独叙述。

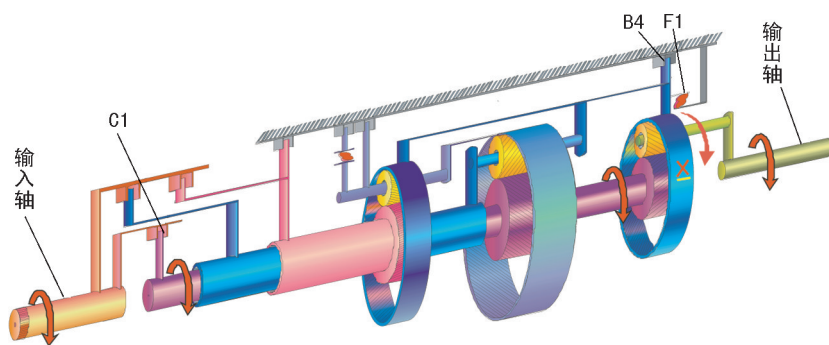


图 2-4-3 D1/动力 1 档传动示意

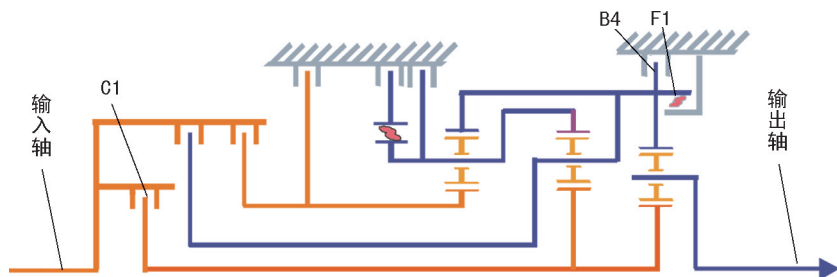


图 2-4-4 D1/动力 1 档传动原理



三、D2/动力 2 档传动路线和档位分析

图 2-4-5 所示是 D2/动力 2 档传动示意。输入轴连接到 3 个离合器套筒上顺转，离合器 C1 接合，动力还是从中后排公共太阳轮顺转输入，制动器 B2、F2 单向制动了后排齿圈和前行行星架，中排太阳轮输入，齿圈固定，行星架减速输出，实现 2 档动力传递。D2/动力 2 档传动原理如图 2-4-6 所示。

注意：①只要离合器 C1 接合，后排太阳轮本身就在向行星架输入一个 1 档转速。②中排太阳轮齿数比后排太阳轮齿数多，所以传动比 = 后排行星架/后排太阳轮 + 中排太阳轮。③2 档动力传递时，前排太阳轮在反空转。④D2 档时制动器 B2、单向离合器 F2 起作用。动力 2 档则为制动器 B3 起作用。

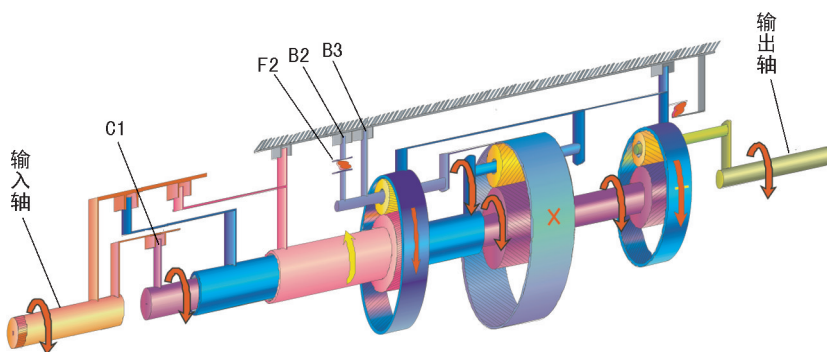


图 2-4-5 D2/动力 2 档传动示意

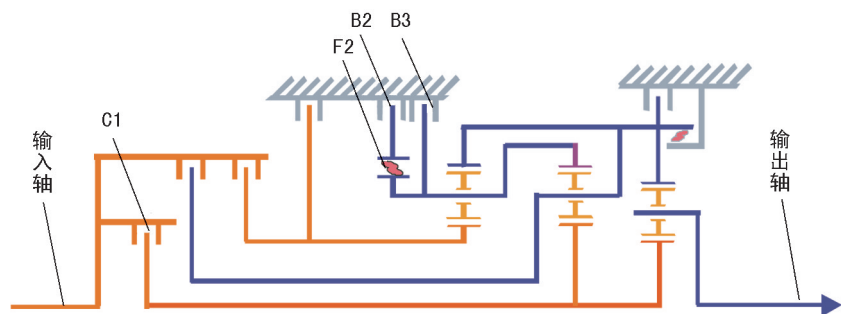


图 2-4-6 D2/动力 2 档传动原理

四、D3 档传动路线和档位分析

图 2-4-7 所示是 D3 档传动示意。输入轴连接到 3 个离合器套筒上顺转，离合器 C1 接合，中后排同样在输入 1~2 档转速。由于制动器 B1 将前排太阳轮制动，前行行星架以固定的太阳轮为支点，产生一个顺时针方向的推动力，并通过中排齿圈推动中排行星架顺转，再推动后排齿圈在后排行星架上加速，实现 3 档动力传动。D3 档传动原理如图 2-4-8 所示。

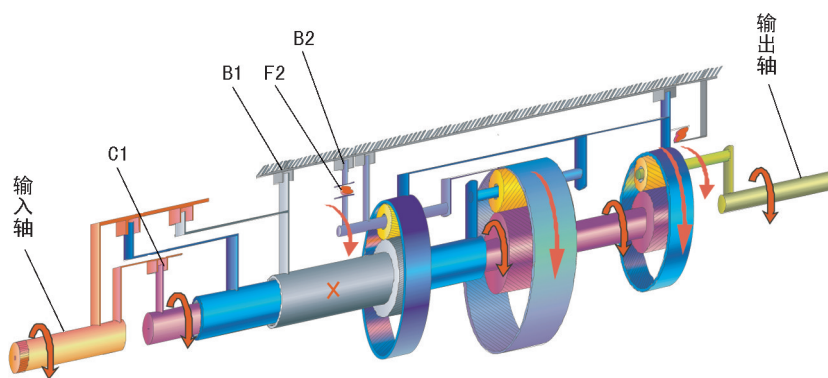


图 2-4-7 D3 档传动示意

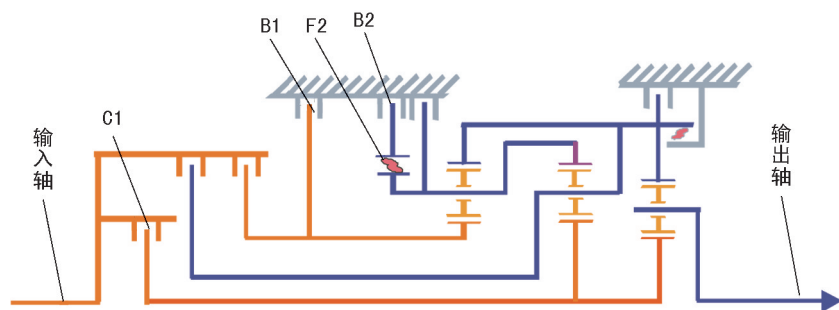


图 2-4-8 D3 档传动原理

五、D4 档传动路线和档位分析

图 2-4-9 所示是 D4 档传动示意。输入轴连接到 3 个离合器套筒上顺转，离合器 C1 接合，动力传到中后排太阳轮上，离合器 C3 接合，动力又传到中排行星架和后排齿圈上，这样中后排就 1 : 1 公转输出实现 4 档动力传动。B2、F2 工作是防止中排动力向前返回。D4 档传动原理如图 2-4-10 所示。

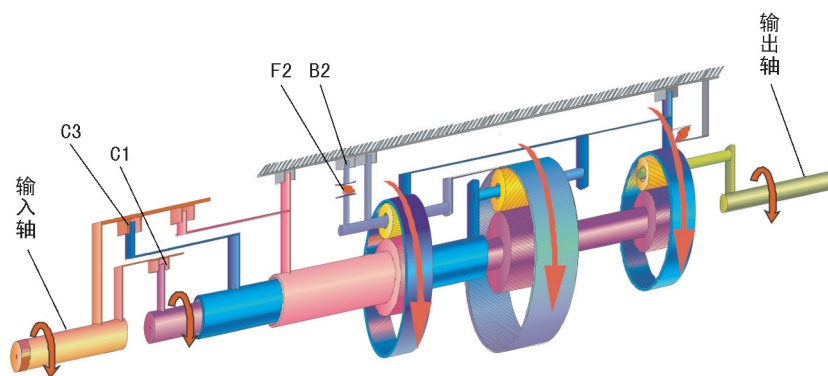


图 2-4-9 D4 档传动示意

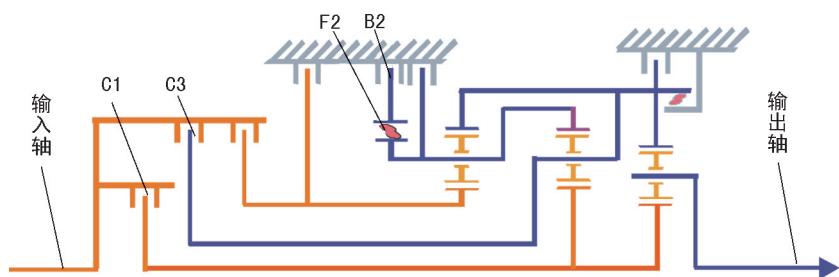


图 2-4-10 D4 档传动原理



六、D5 档传动路线和档位分析

图 2-4-11 所示是 D5 档传动示意。5 档有两套动力输出。

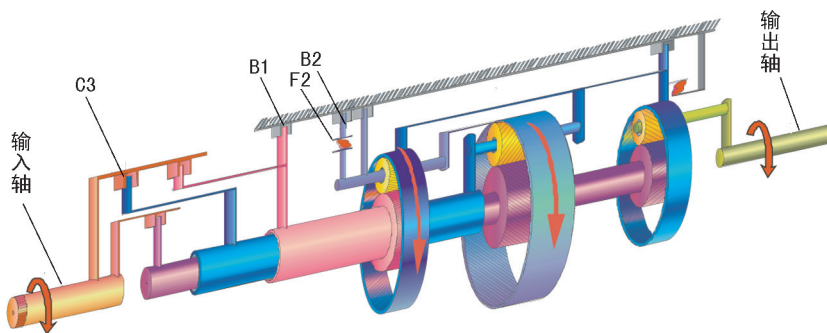


图 2-4-11 D5 档传动示意

(1) 第一套动力 离合器 C3 接合，中排行星架、前排齿圈、后排齿圈同时顺转，动力只能从前排齿圈输入，因为 B1 制动了前排太阳轮，前排行星架减速向中排齿圈输出，中排齿圈再驱动中排太阳轮反转（超速）。因为中后排是公共太阳轮，所以后排太阳轮也反转与后排行星轮外啮合，行星轮顺转并将动力传给行星架。

(2) 第二套动力 离合器 C3 接合，由于前齿圈、中排行星架、后齿圈都是连接在一起的，所以后排齿圈在顺转输入。5 档为后排齿圈和后排太阳轮共同输入（太阳轮超速），行星架输出。D5 档传动原理如图 2-4-12 所示。

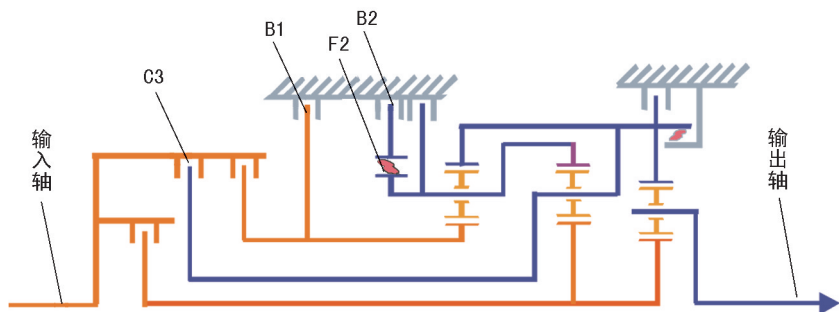


图 2-4-12 D5 档传动原理

七、R 位传动路线和档位分析

图 2-4-13 所示是 R 位传动示意。倒档离合器 C2 接合，动力由前排太阳轮顺转输入，由于制动器 B4 制动了前排齿圈、中排行星架、后排齿圈，前排行星架减速顺转输出。中排齿圈顺转输入，中排太阳轮超速反转输出。后排太阳轮反转输入，后排行星架再次减速反转输出实现倒档的动力传递。倒档的传动比为两减一超。R 位传动原理如图 2-4-14 所示。

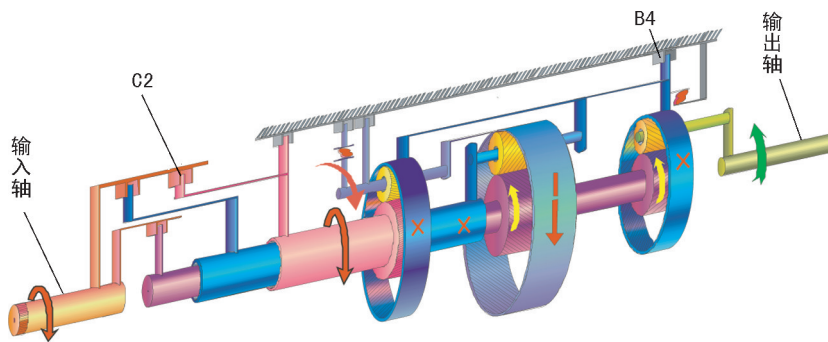


图 2-4-13 R 位传动示意

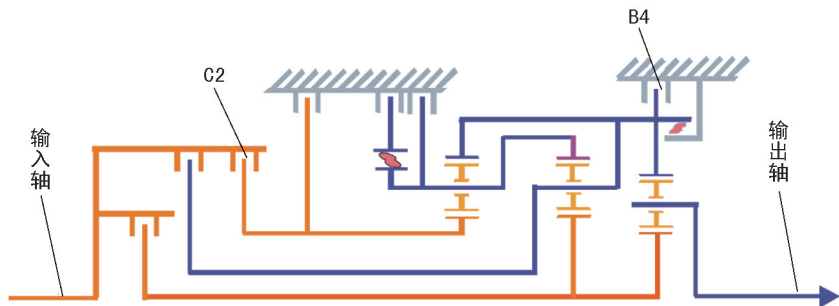


图 2-4-14 R 位传动原理

5HP-30 自动变速器关键执行组件工况见表 2-4-1。

表 2-4-1 关键执行组件工况

D1/1	D2/2	D3	D4	D5	R
C1	C1	C1	C1	C3	C2
F1	B2	B1	C3	B1	B4
B4	F2	B2	B2	B2	
	B3	F2	F2	F2	

八、宝马 5HP-24 起步困难故障诊断

(1) 症状表现 一辆宝马 740i 搭载 V8 4.4L 发动机、ZF 公司生产的型号为 5HP-24 型 5 速自动变速器。据车主讲，该车有时前进档起步没有爬行，加速无力，同时起步时还伴有严



重的冲击感（后来在试车中得到验证：踩住制动踏板挂上前进档起步时，松开制动踏板后车辆应该有一个爬行过程，但该车保持原地不动，此时驾驶人一定会踩加速踏板加速，随着发动机转速的升高，车辆出现剧烈的冲击感后才勉强行驶起来），后来这种现象越来越严重。发生在热车时的故障频率较高，而且有时前进档干脆不能行驶。

（2）分析思路/可能的故障原因 首先连接故障诊断仪并简单进行挂前进档起步试验，得到的故障现象确实像车主所描述那样，起步时变速器严重打滑并伴有剧烈的冲击感。接下来进行电控系统的检测，发现电控故障存储器当中记录并保留了“P0730，传动比错误”的故障码。清除故障码再次进行起步加速试验，结果打滑现象依旧，同时 P0730 故障码还会立即重现。根据以往的维修经验，这种问题极有可能是变速器的液压控制功能下降或内部机械元件有烧损情况，此时，由于摩擦力矩不足形成过大的滑移量（打滑）而导致故障现象出现。也就是说，起步 1 档功能失效或下降。因此，一般情况下应该进行变速器的解体维修。

（3）技能点拨 按照维修标准更换了前进档离合器鼓、前进档离合器内转鼓、大修包、滤芯，同时翻新了液力变矩器并清洁了阀体、冷却控制系统，装车后试车，变速器运转一切正常。

（4）故障总结 首先问题出在离合器 A 本身，原因之一就是该鼓的自身硬度不够，当其工作时可能会在不正常的油压冲击下而损坏，开始时，活塞行程过大造成泄漏，从而导致故障现象的出现，长时间使用离合器 A 摩擦片就会烧损。当离合器 A 烧损后变速器温度上升，导致离合器 A 内转鼓上的铜套掉下来。所以只要解决离合器 A 的问题，其他的问题也就迎刃而解了。

5HP-24 变速器的这种问题其实较为常见，同时德国车自动变速器内与轴配合的衬套哪怕是有轻微的磨损也会影响执行元件的工作油压，早期的奥迪 A8、捷豹、路虎等车辆也经常会出现这种故障。在维修过程中我们不能哪些元件损坏就换哪些元件，必须严格按照维修技术标准流程进行方可保证维修质量。损坏了的离合器零件如图 2-4-15 所示。

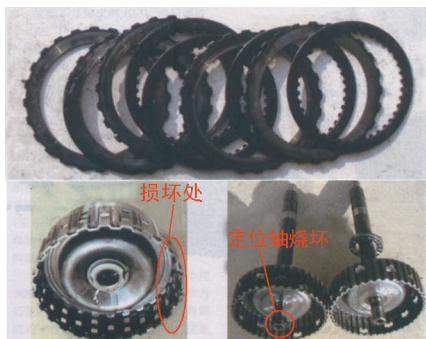


图 2-4-15 损坏了的离合器

第五节 宝马 8HP70 8 档自动变速器



一、宝马 8HP70 自动变速器特点

宝马 8HP70 自动变速器是在原来 6 档自动变速器的基础上研制的，搭载于宝马 7 系等车型上。宝马 8HP70 自动变速器有 3 组离合器 C1、C2、C3，2 组制动器 B1、B2（没有单向离合器），共 5 个执行元件。

宝马 8HP70 自动变速器的最大特点是可以从第 8 档直接降到第 2 档，从而实现更迅猛的

加速。宝马 7 系驾驶室如图 2-5-1，自动变速器如图 2-5-2 所示，传动示意如图 2-5-3 所示。



图 2-5-1 宝马 7 系驾驶室

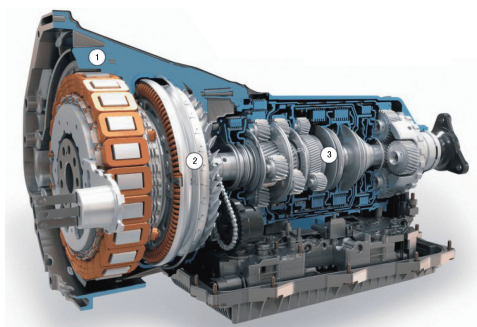


图 2-5-2 宝马 8HP70 自动变速器剖视图

1—电动机 (15kW/210N·m) 2—锁止型液力变矩器 3—8 速自动变速器传动机构

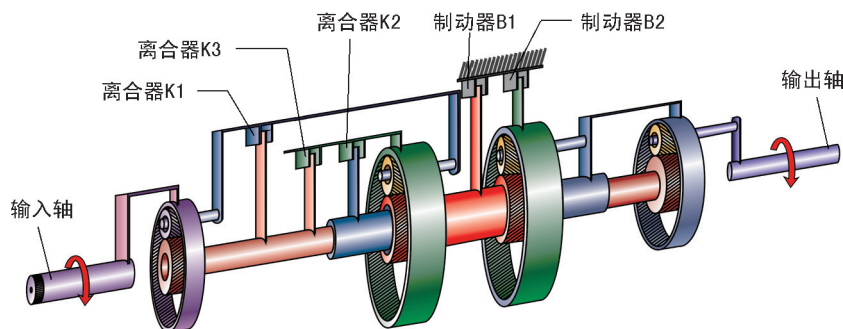


图 2-5-3 8HP70 自动变速器传动示意

二、D1 档传动路线和档位分析

图 2-5-4 所示是 D1 档传动示意。由于各经济模式档位和动力模式档位都由电磁阀控制，所以各经济档位与动力档位的执行元件工作情况一样，本节只以经济模式档位为例，不再单独叙述动力模式各档。

行星排顺序：左方向靠输入轴为第一排，从左至右为第二排、第三排、第四排。

四个行星排形成三套传动齿轮的动力铰链，给档位分析带来一定难度，所以，我们在后面的各档位分析过程中应用铰链分析法来分析。

1) 输入轴与第一排齿圈刚性相连顺转输入，由于离合器 C1 接合，将第一排锁止公转（如果离合器 C1 不接合，则无动力传出）。

2) 制动器 B1 制动了第二排、第三排公共太阳轮，制动器 B2 又制动了第三排齿圈（第三排有两个元件被制动，则整个第三排都被制动）。

3) 由于第四排齿圈与第三排行星架串联，因此也被制动，第四排太阳轮顺转输入，行星架减速相同方向输出实现 1 档动力传递。

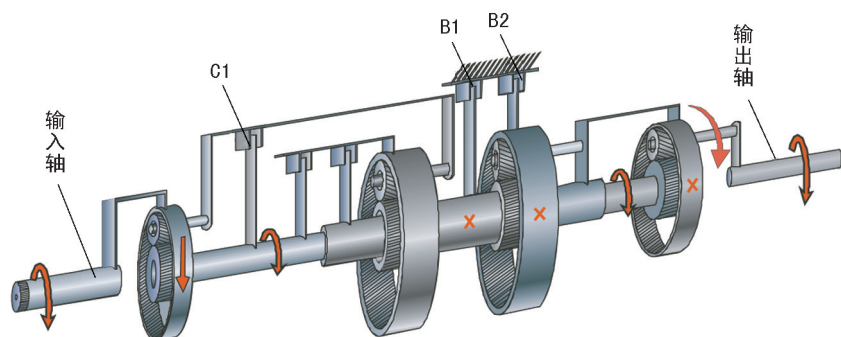


图 2-5-4 D1 档传动示意

D1 档关键执行元件：C1、B1、B2。D1 档传动原理如图 2-5-5 所示。

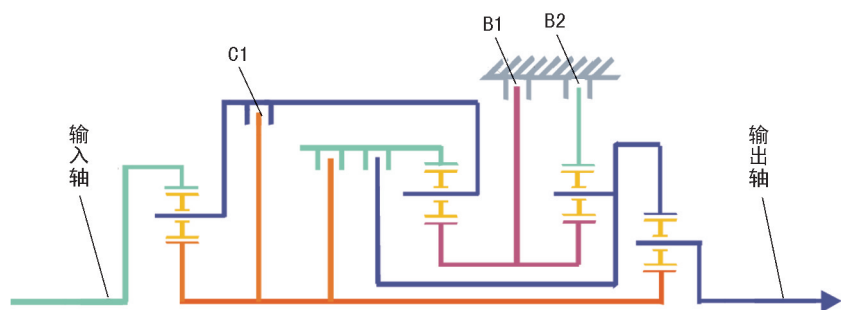


图 2-5-5 D1 档传动原理

说明

所谓动力铰链分析法，即当我们发现动力传递过程中无明显控制元件时，应根据动力流阻力的大小进行分析，根据动力经过阻力小的元件规律寻找出路。例如，8HP70 自动变速器第一排齿圈输入后并没有明显的控制元件，那么，可能的出路有三条，并且还可以合成一条动力传动铰链。铰链就是动力的迂回链接。

- 1) 离合器 C1 接合，可以将第一排锁定，利用一、四排公共太阳轮从第四排输出。
- 2) 离合器 C3 接合（第一排无控制元件），只能通过第一排行星架（轻）、第二排行星架、第三排太阳轮和第二排齿圈迂回输出，构成传动铰链。
- 3) 离合器 C2 接合（第一排无控制元件），只能通过第一排行星架（轻）、第二排行星架、第三排太阳轮、第二排齿圈、第三排行星架和第四排齿圈迂回输出，构成传动铰链。

三、D2 档传动路线和档位分析

图 2-5-6 所示是 D2 档传动示意。

第一排：齿圈顺转输入，行星架和太阳轮相比阻力（动力从阻力小处经过），太阳轮阻力大，因为第一排太阳轮与第四排太阳轮并联，为动力输出端，行星架轻，那么动力只能从行星架减速输出。第一排行星架与第二排行星架并联。

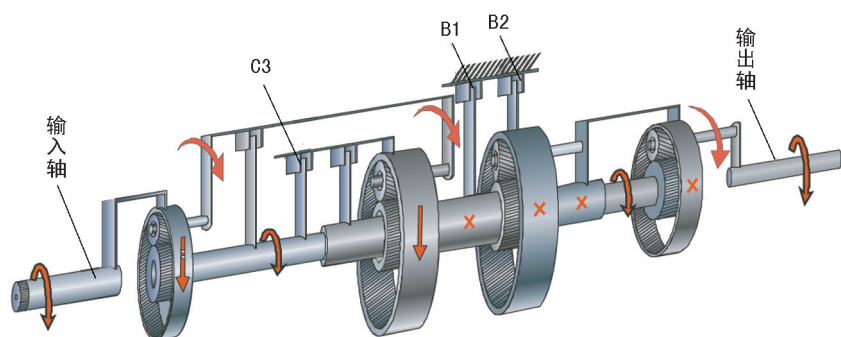


图 2-5-6 D2 档传动示意

第二排：第二排行星架用第一排同样的速度输入，太阳轮被制动器 B1 固定，动力从第二排齿圈输出（加速）。由于离合器 C3 接合，动力再从第四排太阳轮顺转输入。

第三、四排：由于 B1、B2 工作，第三排全部被固定（与 1 档相同），第四排齿圈也被固定，因此太阳轮顺转输入，行星架减速输出实现 2 档动力传递。2 档比 1 档快的原因是第二排齿圈向太阳轮加速。

D2 档关键执行元件：C3、B1、B2。D2 档传动原理如图 2-5-7 所示。

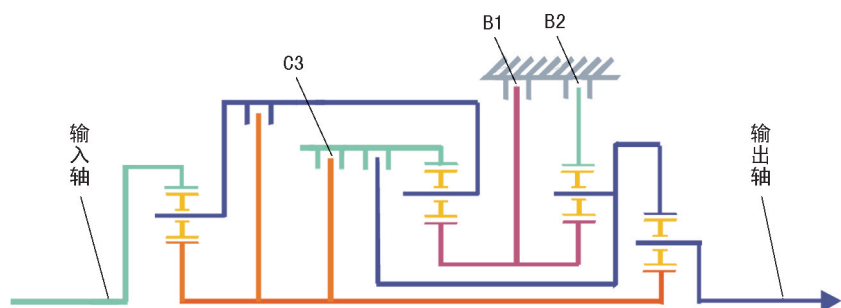


图 2-5-7 D2 档传动原理



提示：

在进行 2 档传动路线分析时要注意动力迂回的问题。



四、D3 档传动路线和档位分析

动力从第一排齿圈输入，由于离合器 C1 接合第一排 1 : 1 直接输出，离合器 C3 接合，第二排齿圈向太阳轮输入。

注意：从表面上看第二排齿圈输入、公共太阳轮输出是一个超速，其实不然，因为第二排行星架已经被第一排带动在顺转，并在齿圈之前相同方向旋转，因此齿圈传给太阳轮的速度不是快，而是慢。

第二排太阳轮与第三排太阳轮并联顺转输入，齿圈被 B2 固定，行星架减速向第四排齿圈



输出。

第四排太阳轮本来就在以输入轴速度顺转，第三排行星架向第四排减速输出（行星轮反转会减少行星架的输出转速），因此第四排行星架输出速度比 2 档快。D3 档传动示意如图 2-5-8 所示。

D3 档关键执行元件：C1、C3、B2。D3 档传动原理如图 2-5-9 所示。

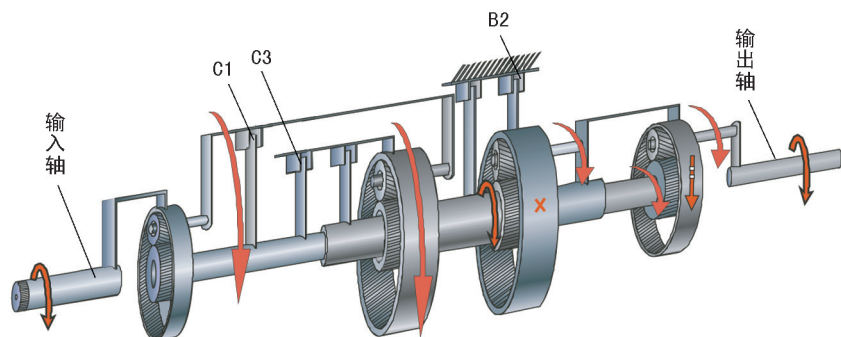


图 2-5-8 D3 档传动示意

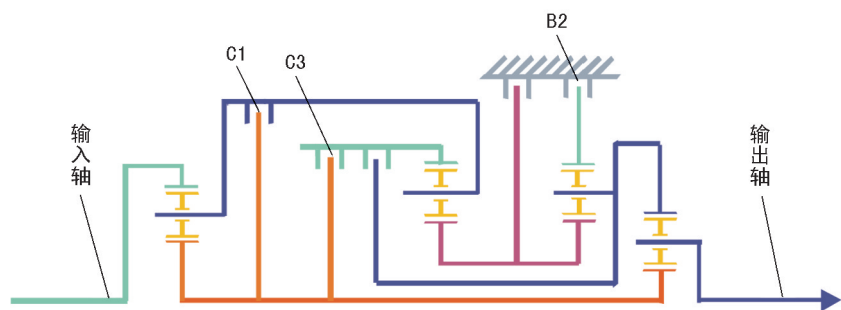


图 2-5-9 D3 档传动原理



五、D4 档传动路线和档位分析

动力从第一排齿圈输入。4 档的动力传递如果从第一排向右好像难以理解，我们采取逆向思维从第四排开始反过来理解比较容易找到突破口。用两步进行分析：

第一步。离合器 C2 接合，把第二排齿圈与第三排行星架、第四排齿圈三个元件连接起来，离合器 C3 接合，又把第一排太阳轮、第二排齿圈、第四排太阳轮连接起来。这样，第四排齿圈和太阳轮只是连接但还没有动力输出。

第二步。第一排齿圈在顺转输入，太阳轮（有阻力）从第一排行星架减速顺转输出，由于第一排行星架与第二排行星架是并联关系，再加上制动器 B2 制动了第三排齿圈，此时，动力会通过二、三排公共太阳轮返回到第二排齿圈上，第二排齿圈通过离合器 C3 将动力传给前排太阳轮形成两套动力齿轮铰链，实现 4 档动力传递。D4 档传动示意如图 2-5-10 所示。

D4 档关键执行元件：C2、C3、B2。D4 档传动原理如图 2-5-11 所示。

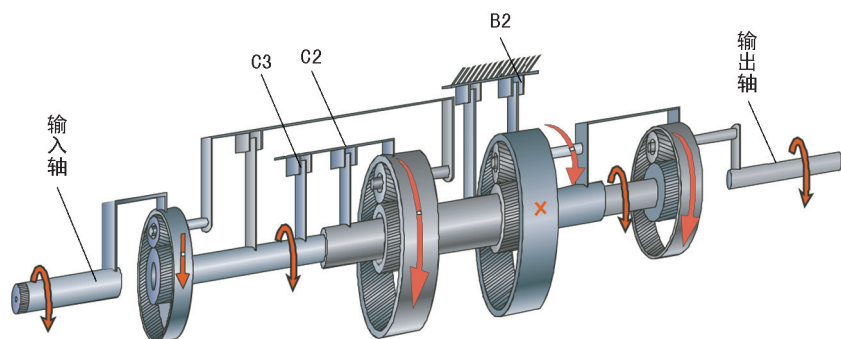


图 2-5-10 D4 档传动示意

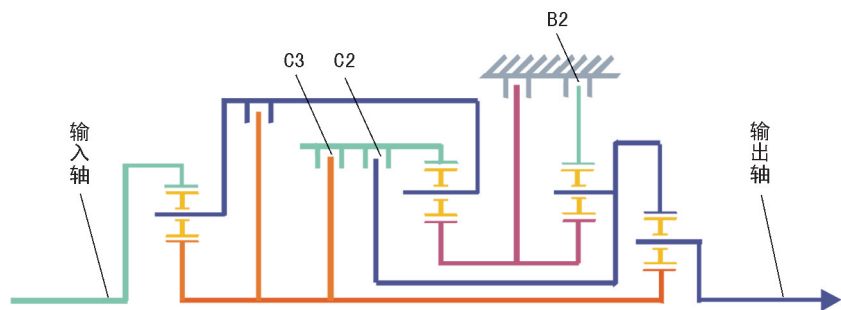


图 2-5-11 D4 档传动原理

六、D5 档传动路线和档位分析

动力从第一排齿圈输入，由于离合器 C1 接合，第一排 1 : 1 公转输出，离合器 C2 接合，把第二排齿圈与第三排行星架、第四排齿圈三个元件连接起来。离合器 C2 的接合不能理解为第二排 1 : 1 公转。通过仔细分析发现第二排行星架与前排同速顺转，由于制动器 B2 制动第三排齿圈的反力矩关系形成一个动力铰链，导致整个行星排 1 : 1 的顺转输出转速减少。D5 档传动示意如图 2-5-12 所示。

D5 档关键执行元件：C1、C2、B2。D5 档传动原理如图 2-5-13 所示。

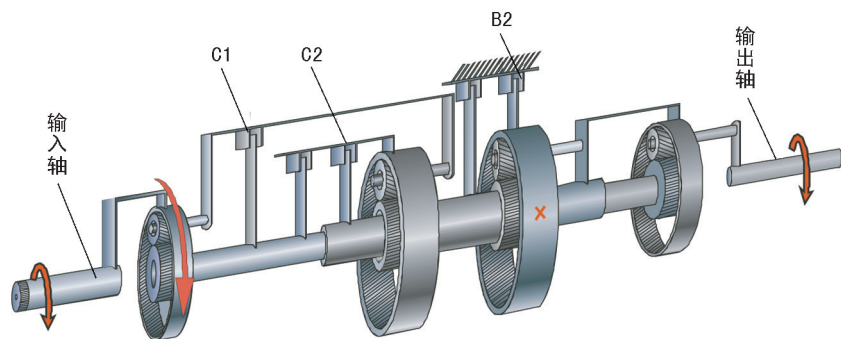


图 2-5-12 D5 档传动示意

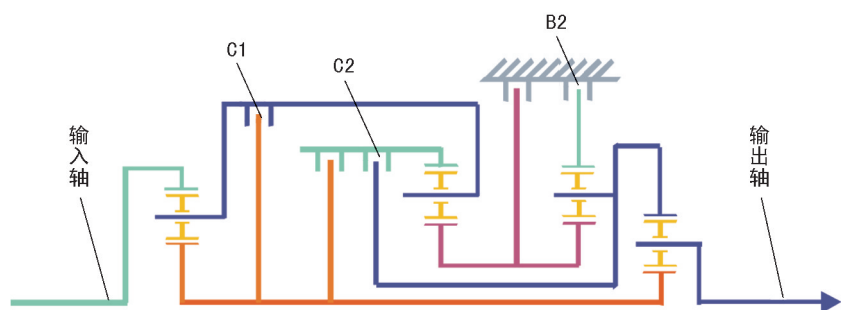


图 2-5-13 D5 档传动原理



七、D6 档传动路线和档位分析

动力从第一排齿圈输入。6 档的档位分析比较简单，全部离合器 C1、C2、C3 都接合，以 1 : 1 的速度公转输出直接档。D6 档传动示意如图 2-5-14 所示。

D6 档关键执行元件：C1、C2、C3。D6 档传动原理如图 2-5-15 所示。

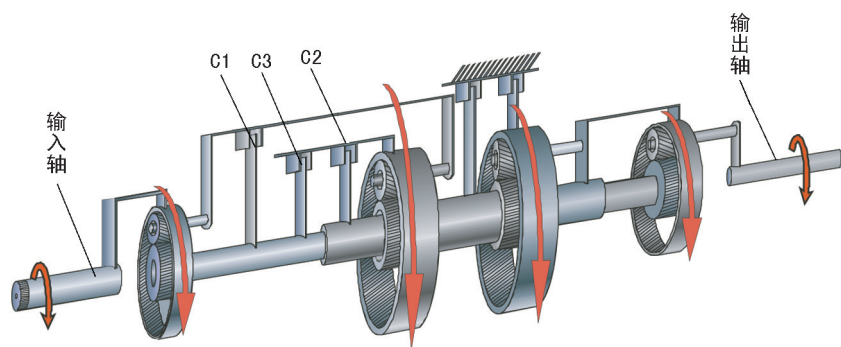


图 2-5-14 D6 档传动示意

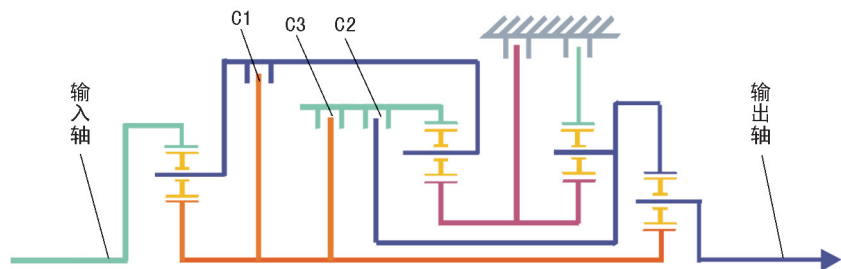


图 2-5-15 D6 档传动原理



八、D7 档传动路线和档位分析

动力从第一排齿圈输入，由于离合器 C1 接合，第一排 1 : 1 公转输出，制动器 B1 制动了二、三排公共太阳轮，第二排行星架输入，离合器 C2 接合，将动力传给第四排齿圈超速输出（第四排太阳轮固定，齿圈空转）。第四排虽然在超速输出，但还有一个太阳轮在相同方向顺

转，会减少一个太阳轮的转速，这就是 7 档动力传递。D7 档传动示意如图 2-5-16 所示，D7 档传动原理如图 2-5-17 所示。

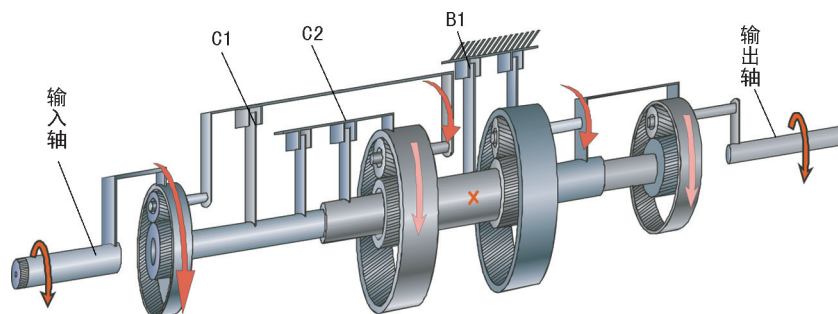


图 2-5-16 D7 档传动示意

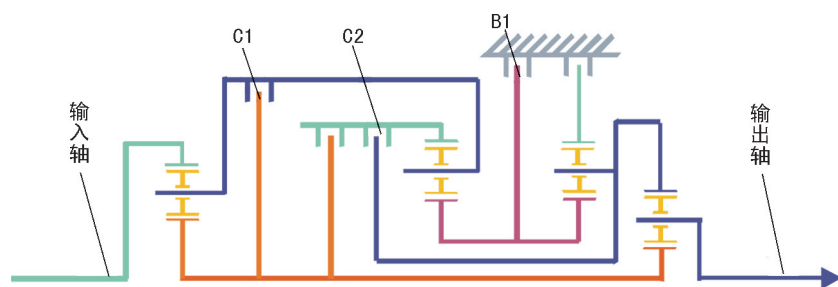


图 2-5-17 D7 档传动原理

九、D8 档传动路线和档位分析

动力从第一排齿圈输入，离合器 C1、C2 接合，将第四排锁止，B1 制动二、三排太阳轮。另一方面，离合器 C3 接合，将第一排太阳轮与第四排连在一起，这样，第一排齿圈输入传给第二排行星架是减速，但第二排行星架再输入就是超速。这个超速传动一方面向后输出，另一方面通过离合器 C3 还会传给第一排太阳轮超速顺转并与第一排行星架构成动力迂回超速铰链传动，最终第四排得到的结果是完全超速，完成 8 档动力传递。D8 档传动示意如图 2-5-18 所示。

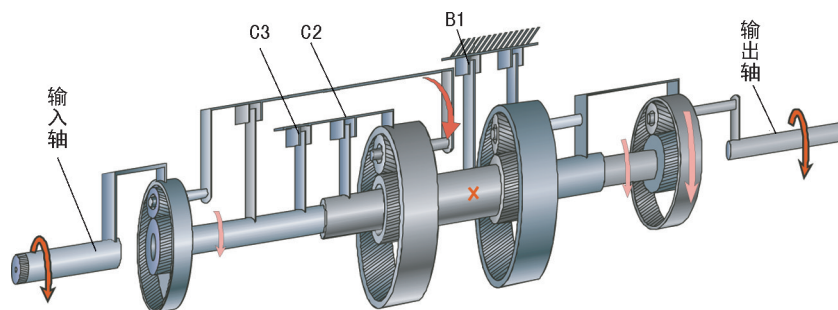


图 2-5-18 D8 档传动示意



D8 档关键执行元件：C2、C3、B1。D8 档传动原理如图 2-5-19 所示。

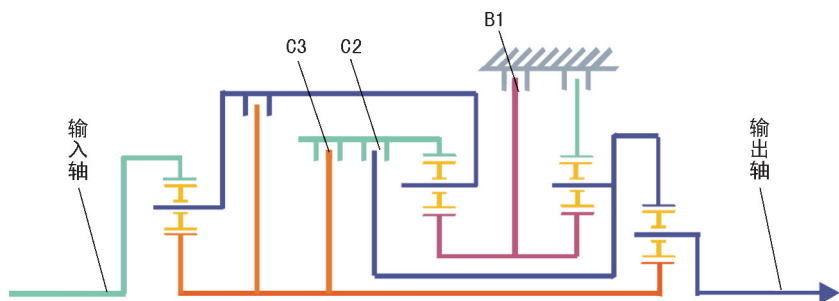


图 2-5-19 D8 档传动原理



十、R 位传动路线和档位分析

制动器 B1、B2 固定，第三排完全被固定，第四排齿圈被固定。离合器 C2 接合，将第二排齿圈固定（因为有 B1 固定），第二排完全被固定，第一排行星架也被固定，这样，第一排齿圈顺转输入，太阳轮超速反转输出与第四排太阳轮连在一起，第四排太阳轮反转输入，齿圈固定行星架减速反转输出，实现倒档。R 位传动示意如图 2-5-20 所示。

R 位关键执行元件：B1、B2、C2。R 位传动原理如图 2-5-21 所示。

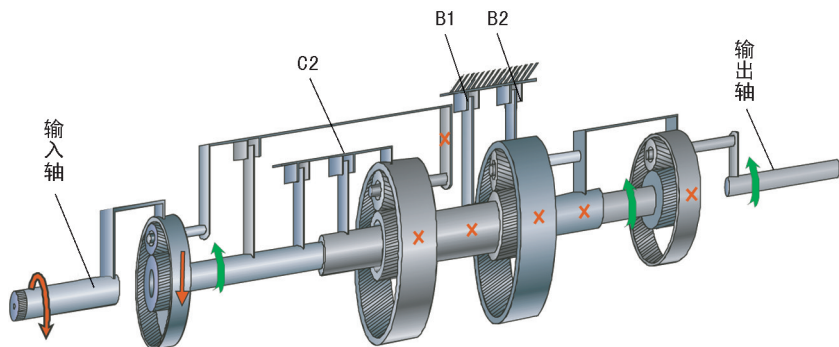


图 2-5-20 R 位传动示意

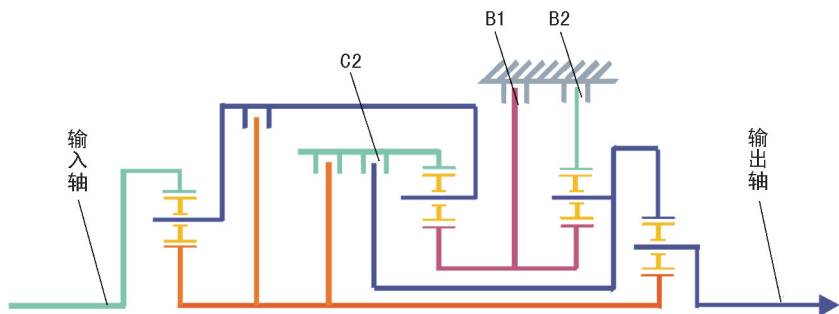


图 2-5-21 R 位传动原理

8HP70 自动变速器关键执行组件工况见表 2-5-1，各档传动比见表 2-5-2。

表 2-5-1 关键执行组件工况

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	R
C1	C3	C1	C2	C1	C1	C1	C2	C2
B1	B1	C3	C3	C2	C2	C2	C3	B1
B2	B2	B2	B2	B2	C3	B1	B1	B2

表 2-5-2 8HP70 各档传动比

档位	传动比
1	4.699
2	2.998
3	2.129
4	1.747
5	1.326
6	1
7	0.818
8	0.638
R	3.032

第六节 宝马 ZF9HP 9 速自动变速器

一、宝马 ZF9HP 9 速自动变速器特点

宝马 ZF9HP 9 速自动变速器搭载于宝马 7 系车型上。ZF9HP 专为横置发动机开发，在尺寸和质量上与传统 6AT 相当。目前 9HP 自动变速器有 9HP28 和 9H48 两个型号。

图 2-6-1 所示是 9HP28 自动变速器，它由两套拉维娜式行星齿轮变速机构复合而成，所

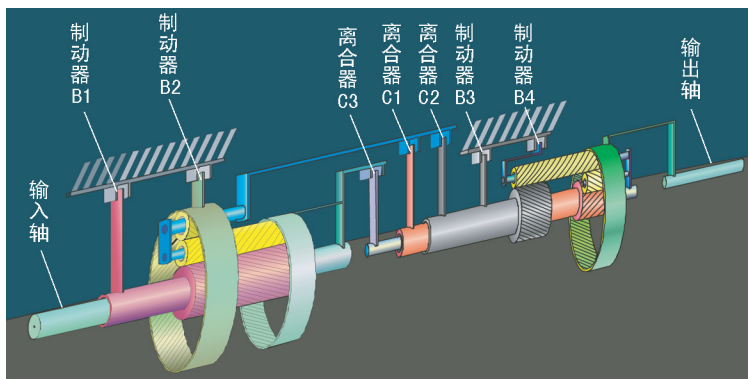


图 2-6-1 9HP28 自动变速器传动示意

以我们还是把它归类为复合式自动变速器。9 速自动变速器有 3 个离合器 C1、C2、C3，4 个制动器 B1、B2、B3 和 B4，共计 7 个执行元件。在前进档中 1~5 档为低、中速档，第 6 档为直



接档，7~9 档为超速档。有两个倒档。在所有前进档和倒档中，每个档位需要两个或三个执行元件参加工作。

二、D1 档传动路线和档位分析

图 2-6-2 所示是 D1 档传动示意。由于各经济模式档位和动力模式档位都由电磁阀控制，所以各经济档位与动力档位的执行元件工作情况一样，本节只以经济模式档位为例，不再单独叙述动力模式各档。

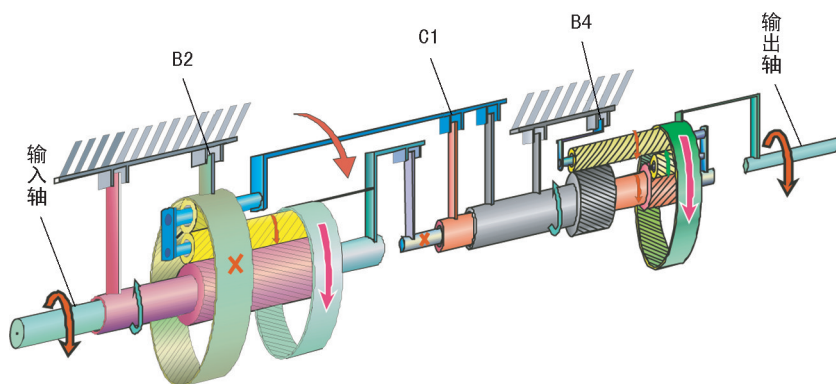


图 2-6-2 D1 档传动示意

行星排顺序：左方向输入轴为前组拉维娜式，有两个齿圈（属拉维娜变形产品），其中一个是从动齿圈，另一个是输入齿圈，第一排、第二排我们称为前组。右方向为后组拉维娜式，第三排、第四排我们称为后组（每个拉维娜式构成两个行星排）。

1) 前组拉维娜行星排。动力由输入轴从齿圈顺转输入，长行星轮与齿圈内啮合也顺转，短行星轮与长行星轮外啮合反转，由于制动器 B2 制动了从动齿圈，短行星轮沿固定的内齿圈转动并推动行星架顺时针转动（减速）向后输出。必须提到的是，前排太阳轮为公共太阳轮，与长行星轮外啮合反空转（前组减速）。

2) 后组拉维娜行星排。离合器 C1 接合，后排小太阳轮顺转输入，短行星轮与小太阳轮外啮合反转，公共行星架反向受力有反转的趋势，但由于制动器 B4 制动了行星架，短行星轮自转把动力传给长行星轮，长行星轮与短行星轮外啮合顺转，输出齿圈与长行星轮内啮合再次减速将动力输出实现 1 档动力传递。必须提到的是，后组拉维娜大太阳轮与长行星轮外啮合反空转（后组减速）。D1 档传动原理如图 2-6-3 所示。

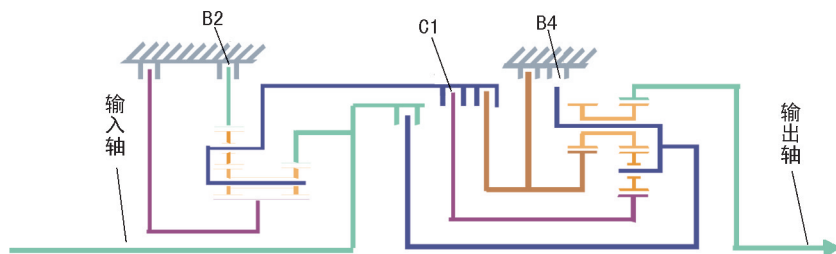


图 2-6-3 D1 档传动原理

三、D2 档传动路线和档位分析

1) 前组拉维娜行星排。动力由输入轴从齿圈顺转输入，长行星轮与齿圈内啮合也顺转，短行星轮与长行星轮外啮合反转，现在是制动器 B1 制动了公共太阳轮，长行星轮以固定不动的太阳轮为杠杆推动行星架顺时针方向在 1 档基础上“加速”向后输出（前组减速）。

2) 后组拉维娜行星排。后组拉维娜行星排与 1 档并没有变化。离合器 C1 接合，后排小太阳轮顺转输入，短行星轮与小太阳轮外啮合反转，公共行星架反向受力有反转的趋势，但由于制动器 B4 制动了行星架，短行星轮自转把动力传给长行星轮，长行星轮与短行星轮外啮合顺转，输出齿圈与长行星轮内啮合再次减速将动力输出实现 2 档动力传递。必须提到的是，后组拉维娜大太阳轮与长行星轮外啮合反空转（后组减速）。D2 档传动示意如图 2-6-4 所示。D2 档传动原理如图 2-6-5 所示。

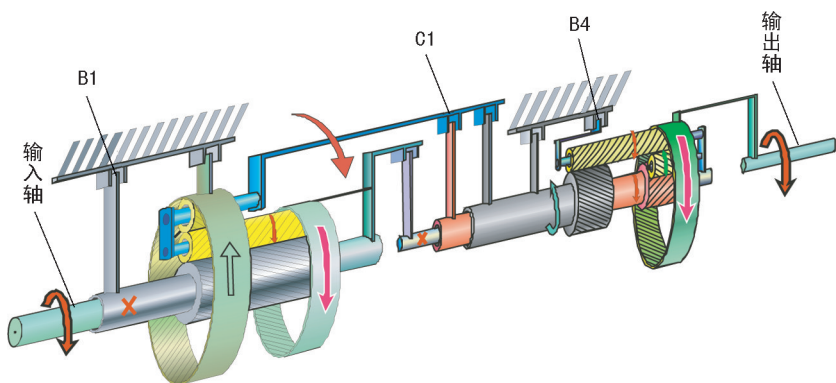


图 2-6-4 D2 档传动示意

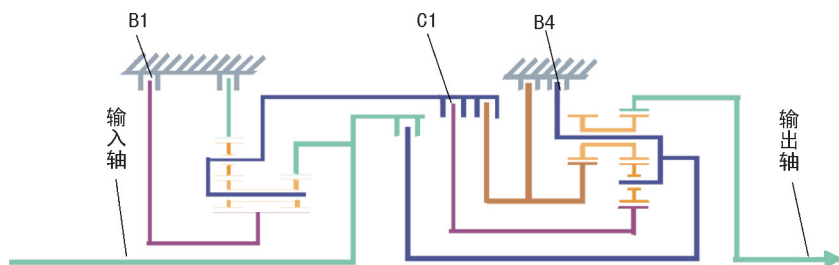


图 2-6-5 D2 档传动原理

四、D3 档传动路线和档位分析

1) 前组拉维娜行星排。前组拉维娜行星排与 2 档时没有区别。动力由输入轴从齿圈顺转输入，长行星轮与齿圈内啮合也顺转，短行星轮与长行星轮外啮合反转，制动器 B1 制动了公共太阳轮，长行星轮以固定不动的太阳轮为杠杆推动行星架顺时针方向向后输出（前组减速）。

2) 后组拉维娜行星排。离合器 C1 接合，后排小太阳轮顺转输入，短行星轮与小太阳轮



外啮合反转，由于制动器 B3 将反转的大太阳轮制动，长行星轮产生顺时针方向的力推动齿圈顺时针减速输出实现 3 档动力传递（后组减速）。D3 档传动示意如图 2-6-6 所示。D3 档传动原理如图 2-6-7 所示。

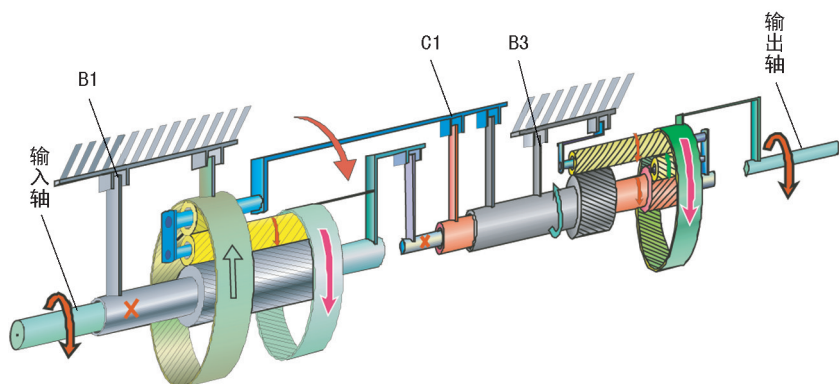


图 2-6-6 D3 档传动示意

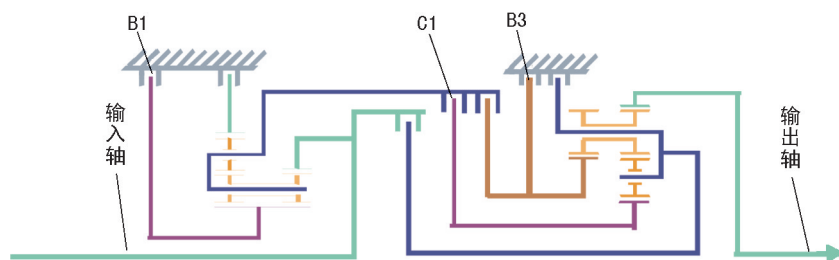


图 2-6-7 D3 档传动原理



五、D4 档传动路线和档位分析

1) 前组拉维娜行星排。前组拉维娜行星排与 3 档时没有区别。动力由输入轴从齿圈顺转输入，长行星轮与齿圈内啮合也顺转，短行星轮与长行星轮外啮合反转，制动器 B1 制动了公共太阳轮，长行星轮以固定不动的太阳轮为杠杆推动行星架顺时针方向向后输出（前组减速）。

2) 后组拉维娜行星排。离合器 C1 接合，后排小太阳轮顺转输入，离合器 C2 接合，大太阳轮也顺转输入，利用短行星轮来调整两个太阳轮的转矩差实现 4 档输出（后组减速）。D4 档传动示意如图 2-6-8 所示。D4 档传动原理如图 2-6-9 所示。



提示：

（后组）拉维娜行星排的公共长行星轮两端齿数不相等。

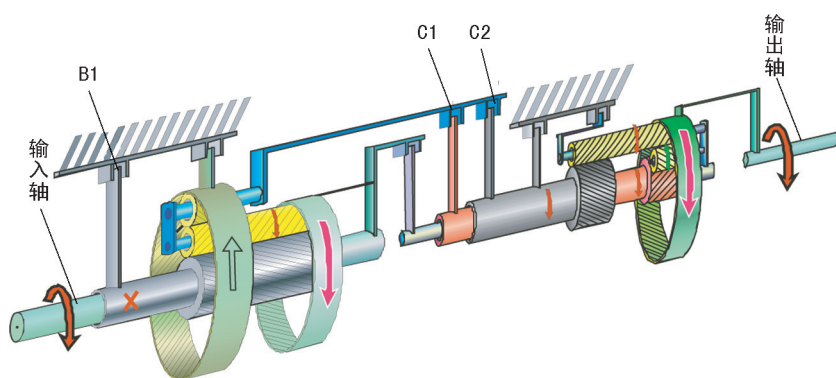


图 2-6-8 D4 档传动示意

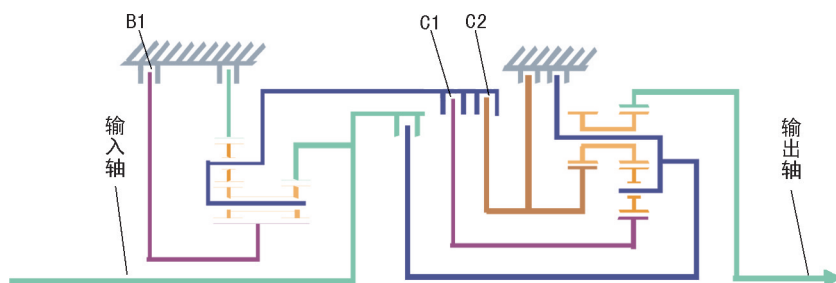


图 2-6-9 D4 档传动原理



六、D5 档传动路线和档位分析

1) 前组拉维娜行星排。前组拉维娜行星排与 4 档时没有区别。动力由输入轴从齿圈顺转输入，长行星轮与齿圈内啮合也顺转，短行星轮与长行星轮外啮合反转，制动器 B1 制动了公共太阳轮，长行星轮以固定不动的太阳轮为杠杆推动行星架顺时针方向向后输出（前组减速）。

2) 后组拉维娜行星排。离合器 C1 接合，后排小太阳轮顺转输入，离合器 C3 接合，公共行星架也输入动力（后组 1 : 1 输出）。D5 档传动示意如图 2-6-10 所示。D5 档传动原理如图 2-6-11 所示。

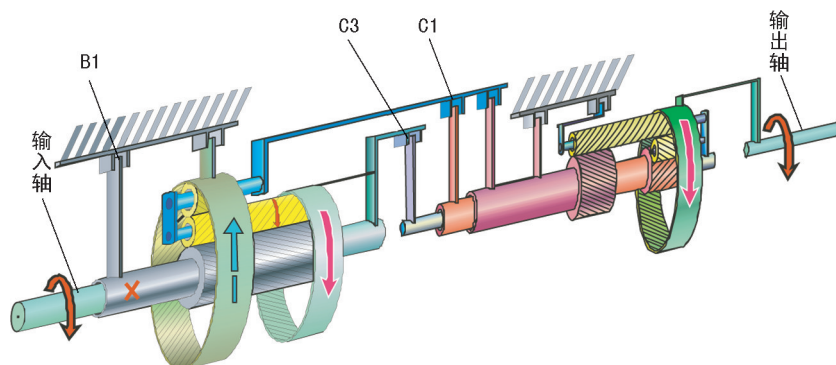


图 2-6-10 D5 档传动示意

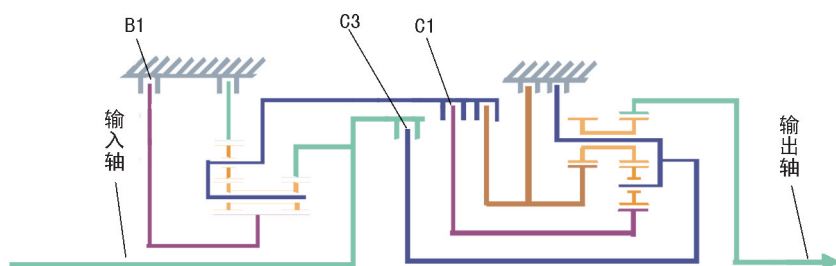


图 2-6-11 D5 档传动原理

七、D6 档传动路线和档位分析

离合器 C3 接合，动力传给后组行星架，另外，离合器 C1、C2 接合，将前组连接起来实现 6 档的 1:1 动力传递。D6 档传动示意如图 2-6-12 所示。D6 档传动原理如图 2-6-13 所示。

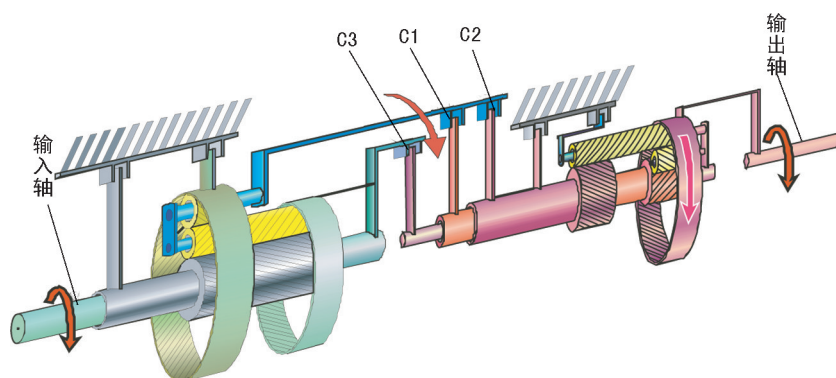


图 2-6-12 D6 档传动示意

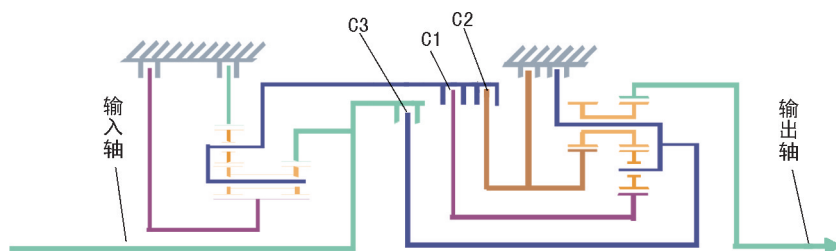


图 2-6-13 D6 档传动原理

八、D7 档传动路线和档位分析

一方面，离合器 C3 接合，动力传给后组行星架超速输入。另一方面，前组齿圈也在输入。由于制动器 B1 制动了公共太阳轮，前组行星架减速向后输出。离合器 C2 接合，将减速动力传给后组大太阳轮顺转，后组大太阳轮与行星架的旋转方向相同，但速度较慢，减少了行星架的输出转速。最终结果还是超速输出。D7 档传动示意如图 2-6-14 所示。D7 档传动原理如图 2-6-15 所示。

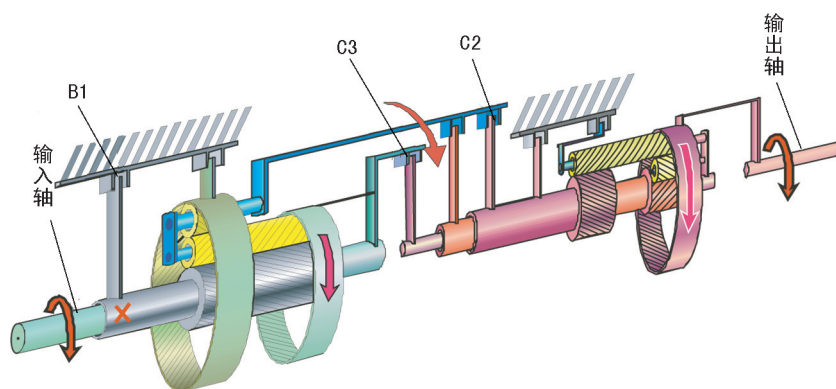


图 2-6-14 D7 档传动示意

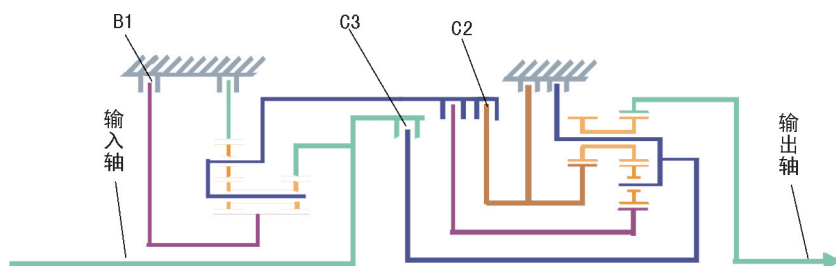


图 2-6-15 D7 档传动原理

九、D8 档传动路线和档位分析

一方面，(后组)离合器 C3 接合，动力传给后组行星架超速输入。另一方面，(前组)行星架也在输入。由于制动器 B2 制动了齿圈，前组行星架减速向后输出，但制动齿圈比制动太阳轮的转速慢，那么(后组)离合器 C2 接合，将减速动力传给后组大太阳轮顺转速度也会变慢，后组大太阳轮与行星架的旋转方向相同，但速度较慢，减少了行星架的输出转速，但比 7 档快些。(前组)×(后组)最终结果还是超速输出。D8 档传动示意如图 2-6-16 所示。D8 档传动原理如图 2-6-17 所示。

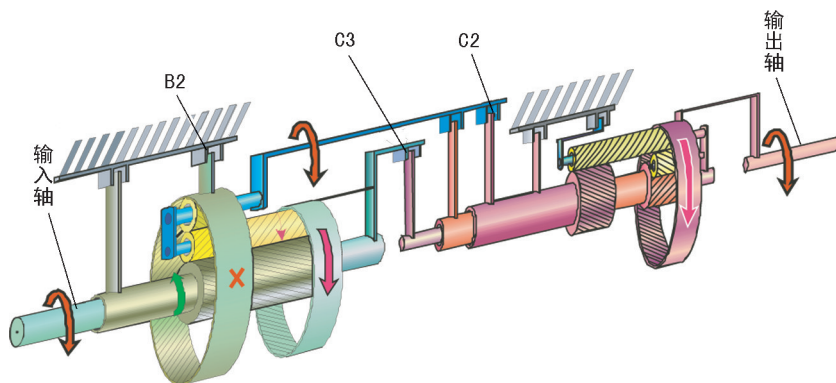


图 2-6-16 D8 档传动示意

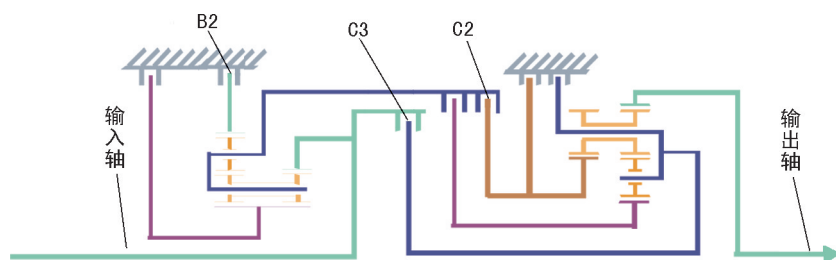


图 2-6-17 D8 档传动原理

十、D9 档传动路线和档位分析

离合器 C3 接合，动力从（后组）行星架输入，后组大太阳轮被 B3 制动，后组齿圈超速输出，实现 9 档动力传递。（前组）制动器 B2 的制动不起作用，只是为在降低档位时作好准备。D9 档传动示意如图 2-6-18 所示。D9 档传动原理如图 2-6-19 所示。

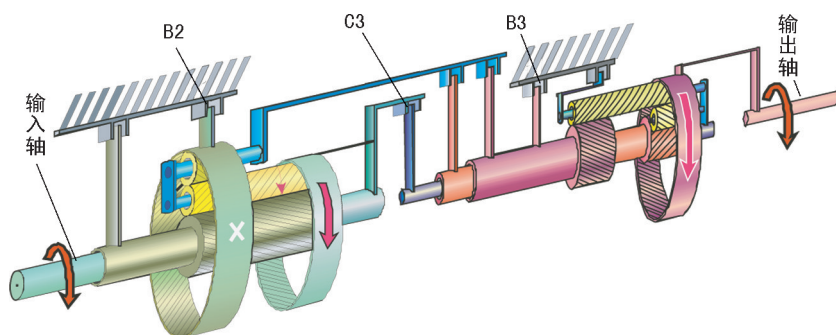


图 2-6-18 D9 档传动示意

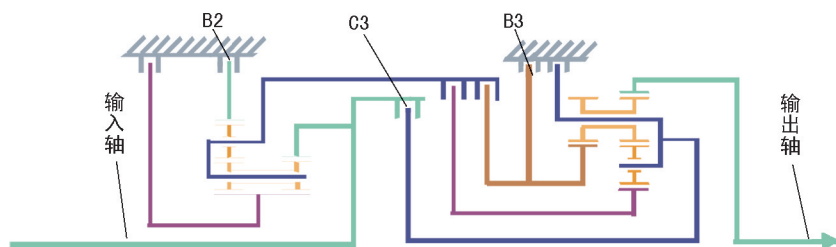


图 2-6-19 D9 档传动原理

十一、R1 档传动路线和档位分析

1) 前组拉维娜行星排。动力由输入轴从齿圈顺转输入，长行星轮与齿圈内啮合也顺转，短行星轮与长行星轮外啮合反转，由于制动器 B2 制动了从动齿圈，短行星轮沿固定的内齿圈转动并推动行星架顺时针转动（减速）向后输出。必须提到的是，前排太阳轮为公共太阳轮，与长行星轮外啮合在反空转（前组减速）。

2) 后组拉维娜行星排。离合器 C2 接合，后排大太阳轮顺转输入，制动器 B4 制动了行星架，长行星轮与大太阳轮外啮合反转将动力传给输出齿圈，输出齿圈再次减速反转输出（后

组减速)。R1 档传动示意如图 2-6-20 所示。R1 档传动原理如图 2-6-21 所示。

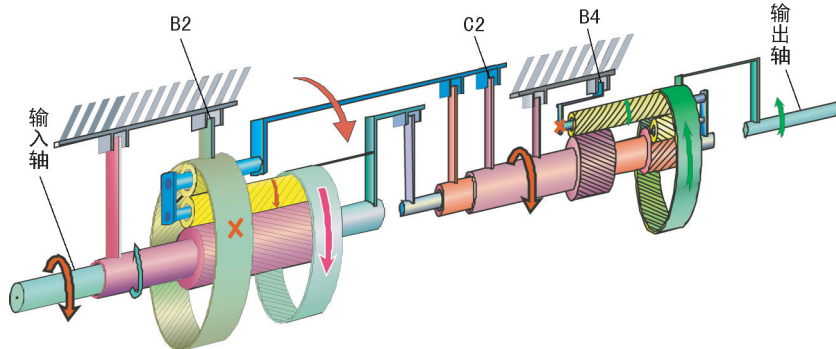


图 2-6-20 R1 档传动示意

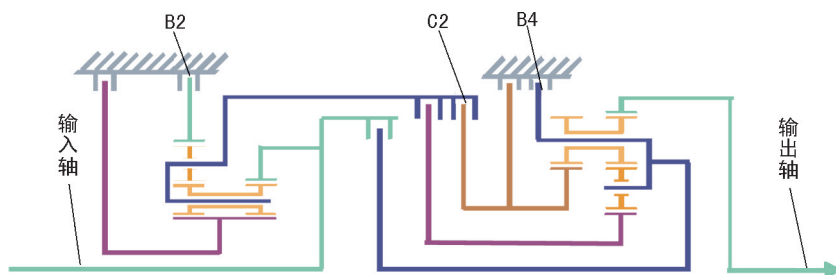


图 2-6-21 R1 档传动原理

十二、R2 档传动路线和档位分析

1) 前组拉维娜行星排。动力由输入轴从齿圈顺转输入，长行星轮与齿圈内啮合也顺转，短行星轮与长行星轮外啮合反转，由于制动器 B2 制动了公共太阳轮，行星架的输出速度会加快（前组减速）。

2) 后组拉维娜行星排。离合器 C2 接合，后排大太阳轮顺转输入，制动器 B4 制动了行星架，长行星轮与大太阳轮外啮合反转将动力传给输出齿圈，输出齿圈再次减速反转输出（后组减速）。最终 R2 档比 R1 档输出速度有所加快。R2 档传动示意如图 2-6-22 所示。R2 档传动原理如图 2-6-23 所示。

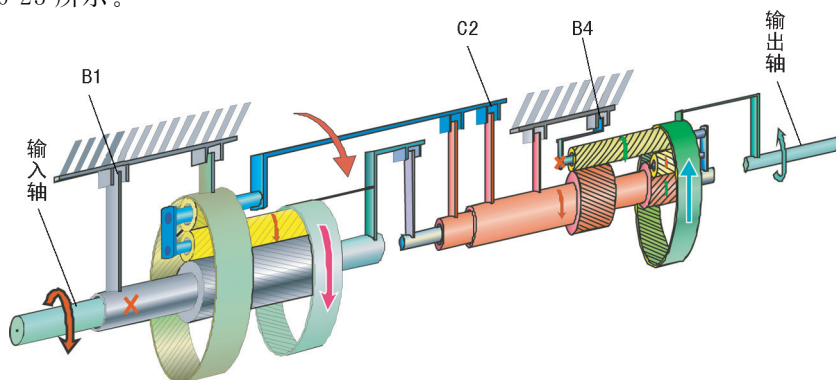


图 2-6-22 R2 档传动示意

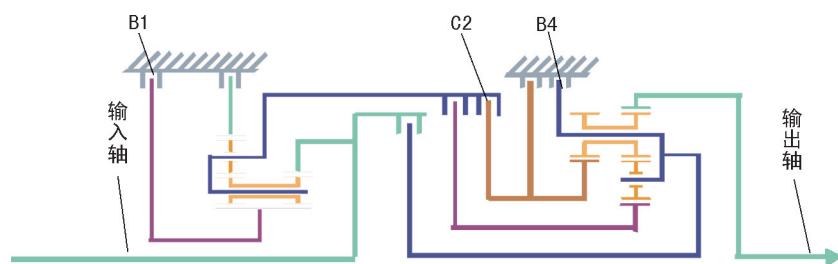


图 2-6-23 R2 档传动原理

宝马 9 速自动变速器关键执行元件工况见表 2-6-1，各档传动比见表 2-6-2。

表 2-6-1 关键执行元件工况

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	R1	R2
B2	B1	B1	B1	B1	C2	B1	B2	B2	B2	B1
C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	B3	C2	C2
B4	B4	B3	C2	C3	C3	C3	C3	C3	B4	B4

表 2-6-2 各档传动比

档 位	1 档	2 档	3 档	4 档	5 档	6 档	7 档	8 档	9 档	R1	R2
传动比	4.926	2.956	1.936	1.400	1.157	1.000	0.869	0.769	0.655	-4.433	-2.660

第三章

美洲车系复合式自动变速器

第一节 通用 5L40E 5 档自动变速器

一、通用 5L40E 自动变速器特点

通用公司生产的 5L40E 自动变速器是一款有 5 个前进档、1 个倒档的电子控制后驱动自动变速器。它搭载于凯迪拉克 CTS、SRX、XLR、赛威，上海别克荣御、林荫大道等轿车上。

5L40E 自动变速器有 4 个离合器、5 个制动器（原厂资料把制动器叫离合器）、4 个单向离合器，共 13 个执行元件。5 个前进档中，1~4 档在动力模式与经济模式之间切换快捷方便，经济性、动力性较好。

输入轴接一个大的输入套筒，输入套筒内有 4 组离合器 C1、C2、C3 和 C4。前进档离合器 C1 和 C3 接合，都是把动力传给后排太阳轮，C1 为经济模式离合器（因为中间有个单向离合器 F1），C3 为动力模式离合器。C4 为超速档离合器。C2 为倒档离合器。5 组制动器中，B1、B2 分别为直接制动和间接制动前排太阳轮（因为 B2 中间有 F2），制动器 B3 制动公共行星架，制动器 B4、B5 分别间接和直接制动前排齿圈（因为 B4 中间有 F4）。凯迪拉克车型驾驶室如图 3-1-1 所示。5L40E 自动变速器传动示意如图 3-1-2 所示。



图 3-1-1 凯迪拉克车型驾驶室

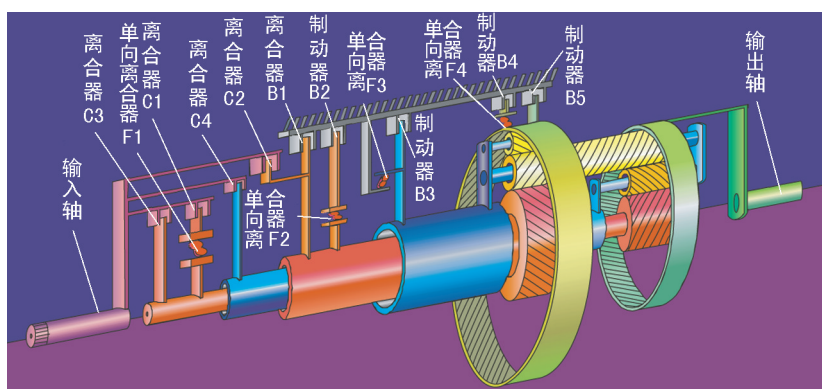


图 3-1-2 5L40E 自动变速器传动示意



二、D1/动力 1 档传动路线和档位分析

5L40E 自动变速器是一个复合式拉维娜式自动变速器，与典型的拉维娜式自动变速器相比，其在行星排结构上前排多一个短行星轮和一个公共齿圈（即两个公共齿圈），属双排双级行星齿轮变速机构。

1) D1 档，前进离合器 C1 接合顺转输入，单向离合器卡住并带动后排太阳轮顺转输入，后排短行星轮外啮合反转，公共行星架反向受力被 F3 单向卡住不动，长行星轮与短行星轮外啮合顺转，输出齿圈与长行星轮内啮合减速顺转输出实现 D1 档。当输出齿圈的惯性转速超过发动机传动速度时，在单向离合器 F1 处会打滑空转，称之为无发动机制动。这里有两个问题需要交代一下，一是前排公共齿圈在反空转，二是前排太阳轮也在反空转，主要是为后面的档位分析留下依据。

2) 动力 1 档。如果发动机向车轮传递动力，其与 D1 档并无区别。如果是输出齿圈的惯性转速超过发动机传动速度时，由于离合器 C3 接合，称之为有发动机制动。D1/动力 1 档传动示意如图 3-1-3 所示。D1/动力 1 档传动原理如图 3-1-4 所示。

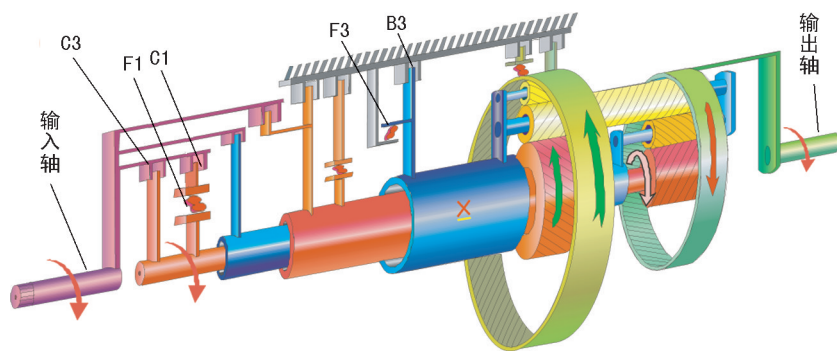


图 3-1-3 D1/动力 1 档传动示意

说明

后面的经济模式档位和动力模式档位都放在一起讨论。动力模式档位用红色字母表示。

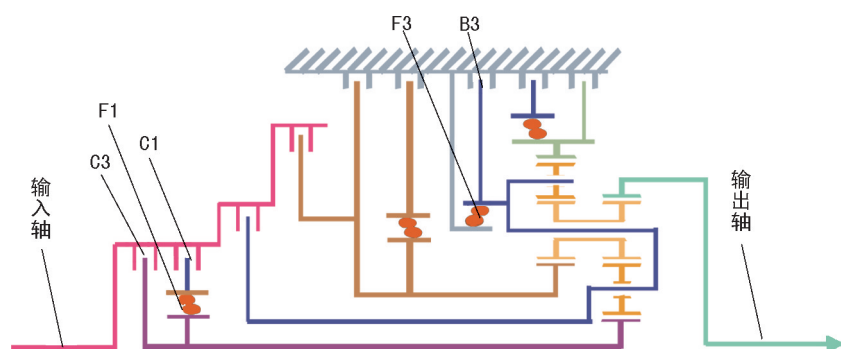


图 3-1-4 D1/动力 1 档传动原理

三、D2/动力 2 档传动路线和档位分析

2 档传动时，动力输入部分与 1 档完全相同，但输出齿圈输出轴的转速会加快。在讨论 1 档时，已经说过前齿圈不受力在反空转，当车速升到 2 档范围时，ECU 将制动器 B4 制动，限制了前齿圈的反转（不动），这样长行星轮通过短行星轮沿固定不动的内齿圈转动减速输出，并在行星架上产生一个顺时针方向的推动力通过长行星轮向后排齿圈加速，所以 2 档时输出齿圈的速度比 1 档快。

动力 2 档与经济 2 档的区别在于：经济 2 档（也就是 D2 档）离合器 C3 接合，称之为有发动机制动。D2/动力 2 档传动示意如图 3-1-5 所示。D2/动力 2 档传动原理如图 3-1-6 所示。

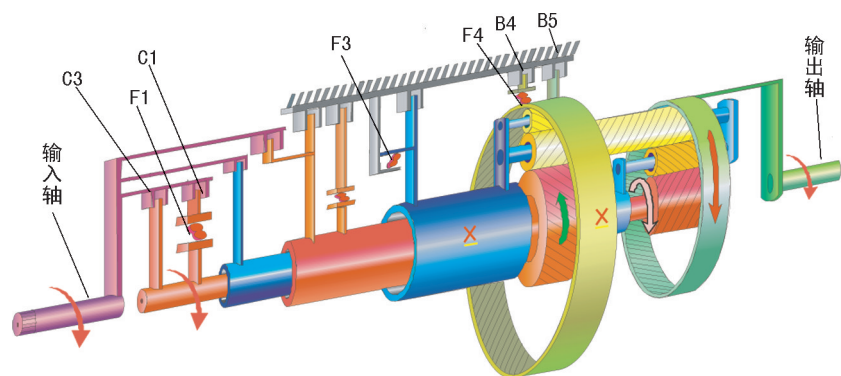


图 3-1-5 D2/动力 2 档传动示意

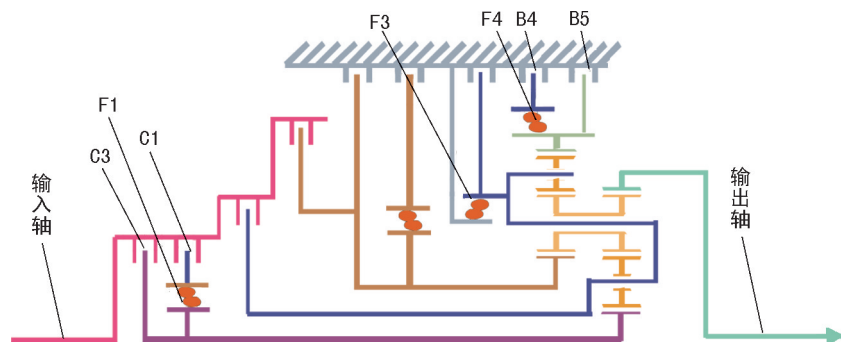


图 3-1-6 D2/动力 2 档传动原理



四、D3/动力 3 档传动路线和档位分析

3 档传动时, 动力输入部分与 2 档完全相同, 但输出齿圈输出轴的转速比 2 档快。在讨论 1 档时说过, 前排太阳轮不受力在反空转, 当车速升到 3 档范围时, ECU 将制动器 B2 制动, 限制了前太阳轮的反转 (不动), 这样长行星轮以不动的太阳轮为杠杆支点并在行星架上产生一个顺时针方向的推动力向后排齿圈加速, 所以 3 档时输出齿圈的速度比 2 档快。在前排来看, 固定太阳轮比固定齿圈的输出速度要快。

动力 3 档是离合器 C3、制动器 B1 起作用。当离合器 C3 起作用时, 单向离合器 F1 就不起作用; 当制动器 B1 起作用时, 单向离合器 F2 就不起作用。D3/动力 3 档传动示意图 3-1-7 所示。D3/动力 3 档传动原理如图 3-1-8 所示。

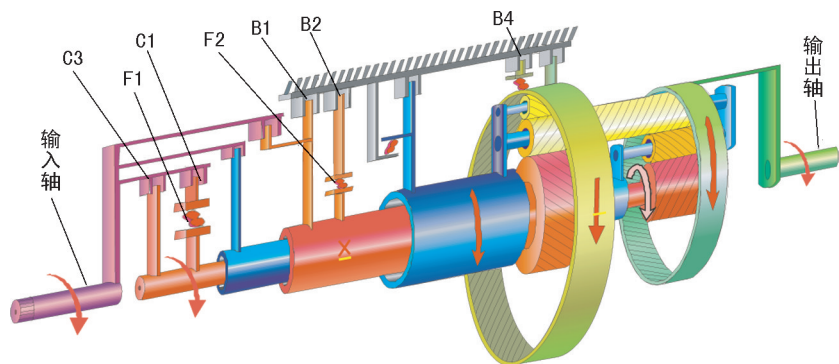


图 3-1-7 D3/动力 3 档传动示意

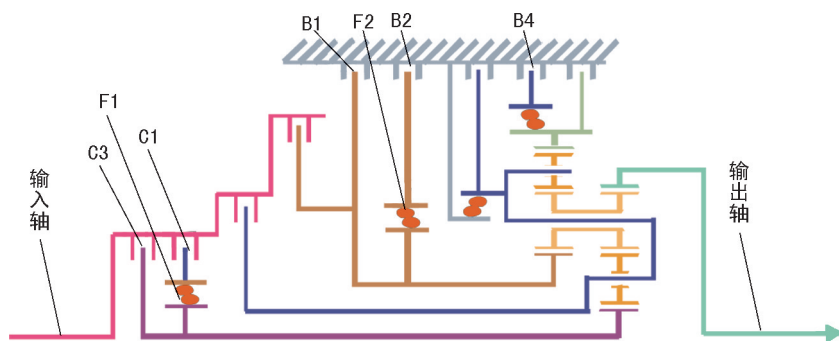


图 3-1-8 D3/动力 3 档传动原理



五、D4/动力 4 档传动路线和档位分析

当汽车行驶速度达到 4 档范围时, 离合器控制保留 3 档时的 C1、F1 不变, 如果是动力 4 档, 还有离合器 C3。另外, 离合器 C4 接合, 又有一套动力引到公共行星架上, 这样, 整个行星齿轮机构以 1:1 的转速一起公转输出实现 4 档动力传递。制动器 B2 工作主要是防止输出轴反衬时打滑。D4/动力 4 档传动示意图 3-1-9 所示。D4/动力 4 档传动原理如图 3-1-10 所示。

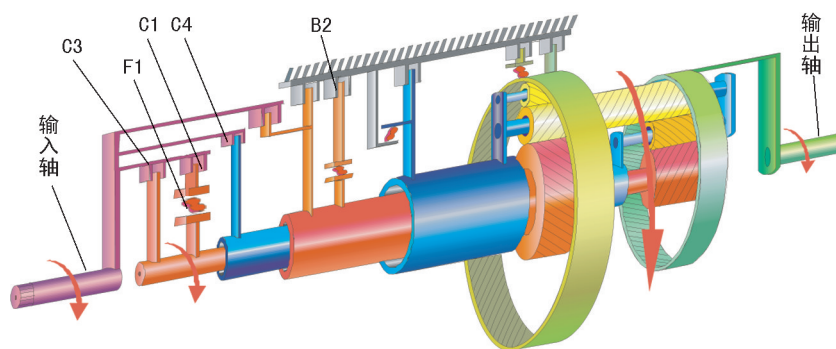


图 3-1-9 D4/动力 4 档传动示意

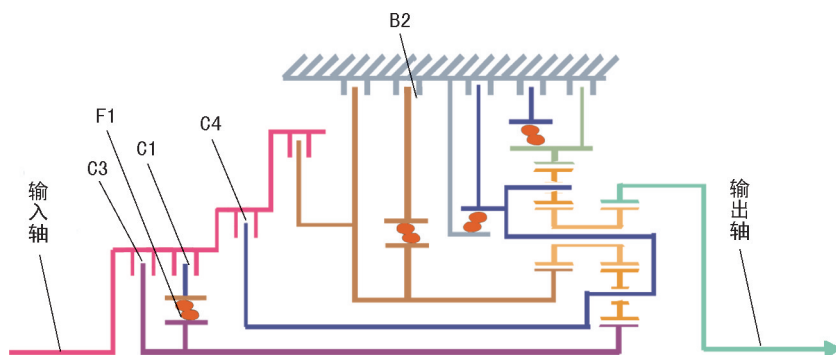


图 3-1-10 D4/动力 4 档传动原理

六、D5 档传动路线和档位分析

当汽车行驶速度达到 5 档范围时，离合器控制保留 4 档时的 C1、F1、C4 不变。另外，增加了制动器 B1、B4，目的是把前排太阳轮和齿圈固定。由于前排多了一个短行星轮，就多了一个自由度，所以前排并不能完全被固定，这样，行星架输入，后齿圈输出实现超速档。这里有两个问题需要说明：第一，公共行星架在超速输入，表面看起来 C1、C4 接合好像是一个直接档，但由于前排太阳轮和齿圈的制动，后排就不是直接档了；第二，后排行星架虽然在超速输入，但由于有一个小太阳轮也在相同方向顺转输入，小太阳轮的顺转输入会减少行星架的输入转速。D5 档传动示意如图 3-1-11 所示。D5 档传动原理如图 3-1-12 所示。

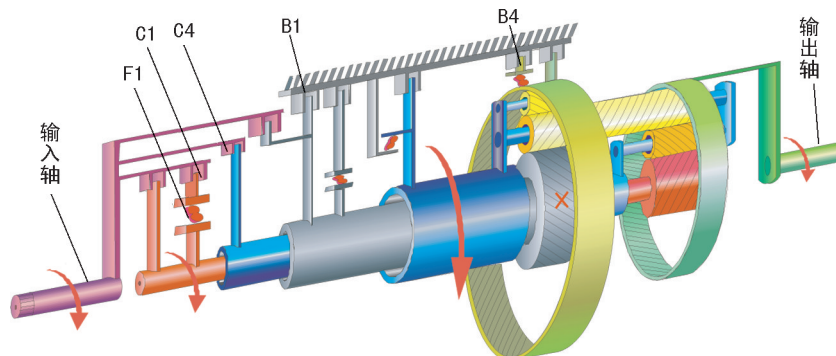


图 3-1-11 D5 档传动示意

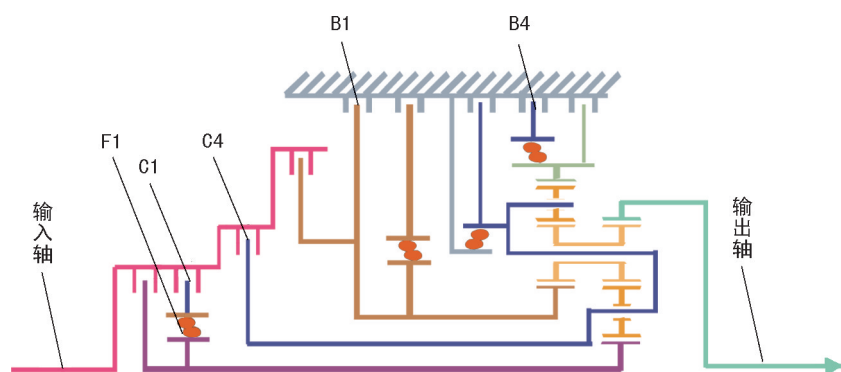


图 3-1-12 D5 档传动原理



七、R 位传动路线和档位分析

倒档接合器 C2 接合，动力由前排太阳轮顺转输入，制动器 B3 制动了行星架，长行星轮外啮合反转，后排公共齿圈内啮合减速反转输出实现倒档。前排短行星轮、齿圈空转。R 位传动示意如图 3-1-13 所示。R 位传动原理如图 3-1-14 所示。

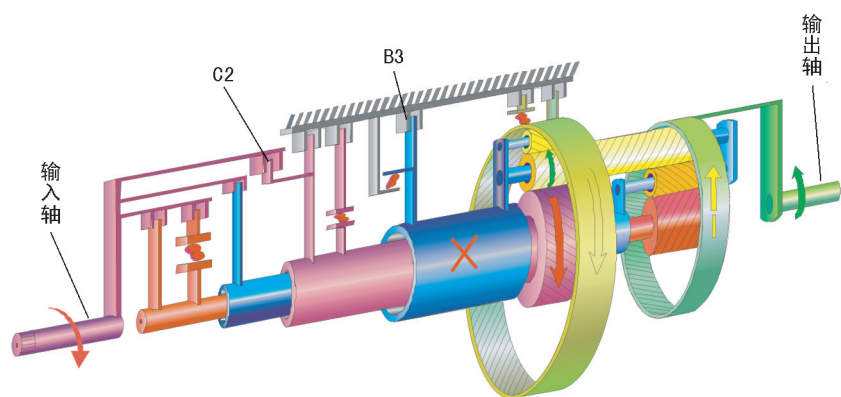


图 3-1-13 R 位传动示意

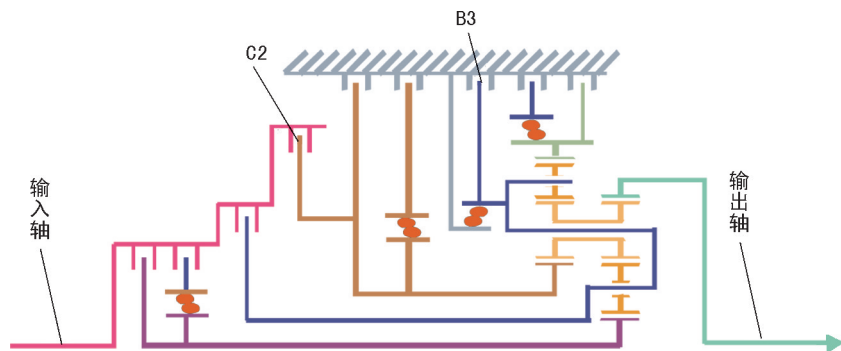


图 3-1-14 R 位传动原理

5L40E 自动变速器关键执行组件工况见表 3-1-1，各档传动比见表 3-1-2。

表 3-1-1 关键执行组件工况

D1/1	D2/2	D3/3	4	5	R
C1	C1	C1	C1	C1	C2
F1	F1	F1	F1	F1	B3
C3	C3	C3	C3	C4	
B3	F3	B1	B2	B1	
F3	B4	B2	C4	B4	
	F4	F2			
		B4			

注：表内红色字体为动力模式执行元件。

表 3-1-2 5L40E 各档传动比

变速器型号	5L40E
发动机型号	5HEG (2.8L) 5HAG (3.6L)
1 档	3.42
2 档	2.21
3 档	1.60
4 档	1
5 档	0.75
R 档	3.03

第二节 通用 6L50.80E/宝马 6L45E 6 档自动变速器

一、通用 6L50.80E/宝马 6L45E 自动变速器特点

通用 2007 款凯迪拉克赛威和凯雷德搭载的 6L50/80E 自动变速器是一款有 6 个前进档和 1 个倒档的电控自动变速器。6L50/80E 自动变速器与前面讲过的大众 09G/09D、日本爱信公司生产的 TF-60SN/TR-60SN、德国 ZF 公司生产的 6HP-26（无单向离合器）以及宝马 6L45E 自动变速器在传动结构上只是超速离合器 C3 的安装位置不同，其他传动结构基本相似。6L50/80E/6L45E 自动变速器也是由 1 个拉维娜行星齿轮机构加上 1 个减速行星齿轮排组合而成的。凯雷德驾驶室如图 3-2-1 所示。6L50/80E 自动变速器如图 3-2-2 所示，传动示意如图 3-2-3 所示。



图 3-2-1 凯雷德驾驶室

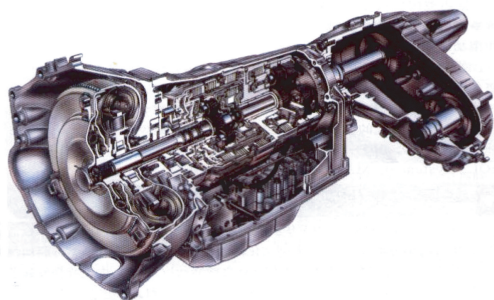


图 3-2-2 6L50/80E 自动变速器

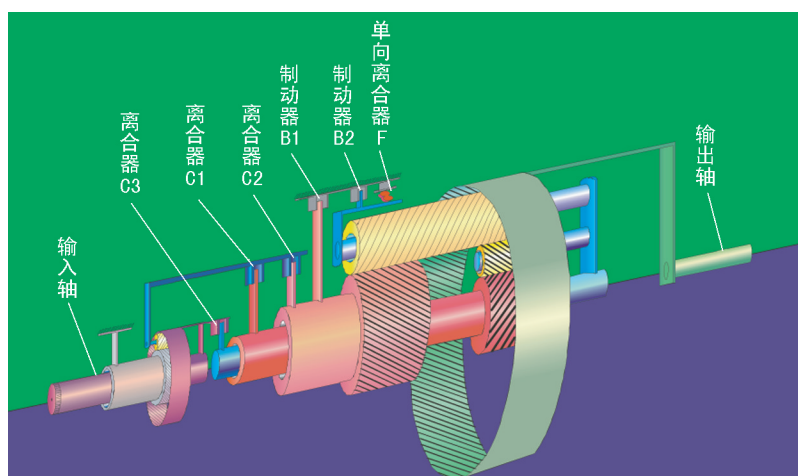


图 3-2-3 6L50/80E 自动变速器传动示意

二、D1 档传动路线和档位分析

图 3-2-4 所示是 D1 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，前排太阳轮任何时候都

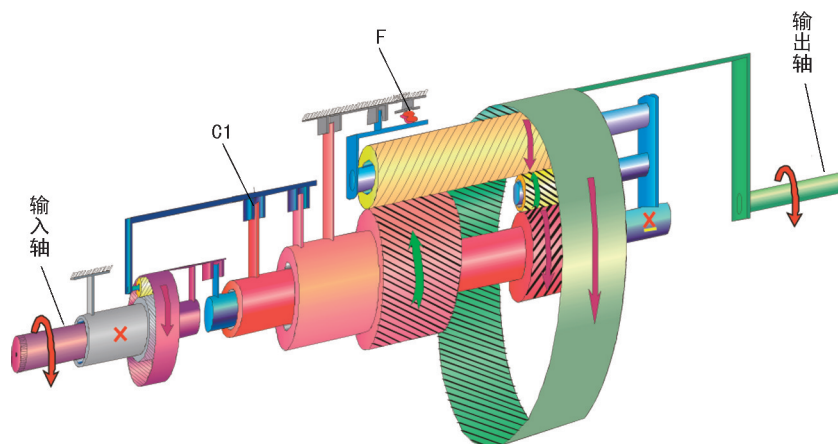


图 3-2-4 D1 档传动示意

是与外壳固定连接的，动力只能从前行星架一次减速顺转输出。由于离合器 C1 接合，将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入，短行星轮与其外啮合反转，公共行星架反向受力被单向离合器 F 单向固定不动，短行星轮反转将动力传给长行星轮外啮合顺转向齿圈二次减速输出。拉维娜的前排大太阳轮与长行星轮外啮合反空转。

D1 档关键执行元件：C1、F。D1 档传动原理如图 3-2-5 所示。

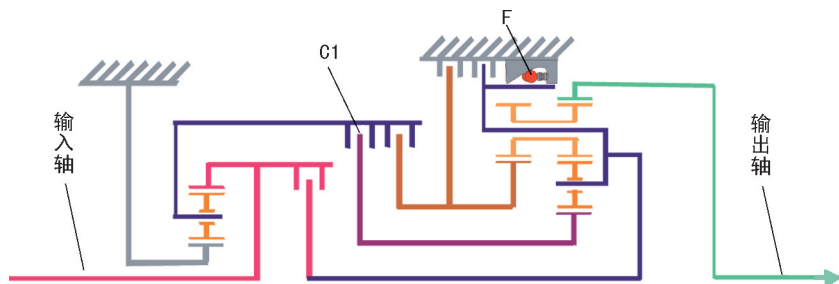


图 3-2-5 D1 档传动原理

三、动力 1 档传动路线和档位分析

图 3-2-6 所示是动力 1 档传动示意。动力 1 档的传动路线和档位分析与 D1 档大部分基本相同，不同的是：为了起步平顺性好，D1 档采用了单向离合器 F 单向固定行星架（因为可以升 D2 档），动力 1 档则是使用制动器 B2 双向固定行星架，不能升 2 档。动力 1 档传动原理如图 3-2-7 所示。

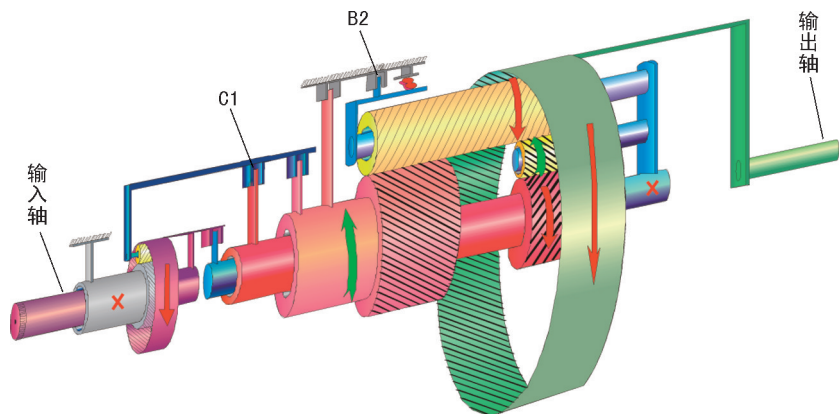


图 3-2-6 动力 1 档传动示意

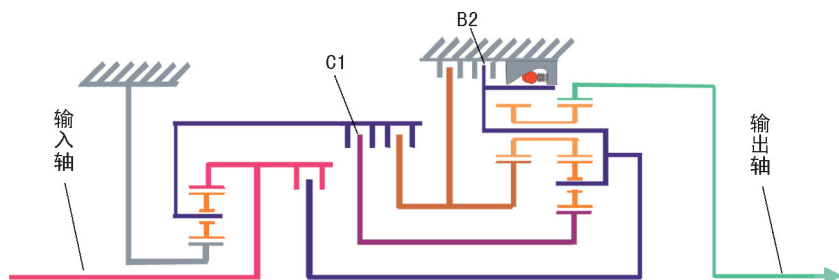


图 3-2-7 动力 1 档传动原理



四、D2 档传动路线和档位分析

图 3-2-8 所示是 D2 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，前排太阳轮任何时候都是与外壳固定连接的，动力只能从前排行星架一次减速顺转输出。由于离合器 C1 接合，将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入，这些与 1 档相同。不同的是：1 档时正在反转的拉维娜前排大太阳轮被制动器 B1 制动，此时公共行星架得到一个顺时针方向的推动力，推动齿圈“加速”输出（这里说的加速是指比 1 档快，不是传动比小于 1）。因为 2 档以上各档经济模式与动力模式是利用电磁阀来控制的，没有单向离合器参加工作，所以本节除 1 档外其他各档不再单独介绍动力模式，只介绍经济模式。

D2 档关键执行元件：C1、B1。D2 档传动原理如图 3-2-9 所示。

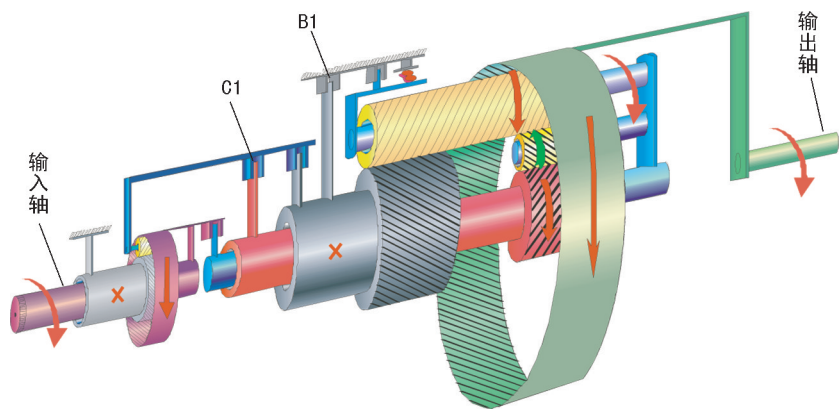


图 3-2-8 D2 档传动示意

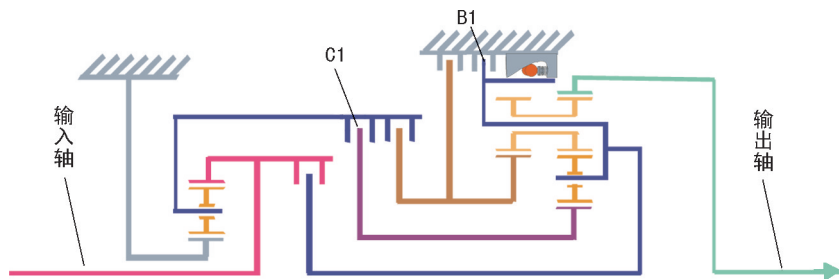


图 3-2-9 D2 档传动原理

五、D3 档传动路线和档位分析

图 3-2-10 所示是 D3 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，前排太阳轮任何时候都是与外壳固定连接的，动力只能从前排行星架一次减速顺转输出。由于离合器 C1 接合，将动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入。另外，离合器 C2 接合，又将动力连接到拉维娜前排大太阳轮上，拉维娜的两个行星排相互锁定接前排以大于 1 的转速再 1 : 1 输出实现 3 档动力传递（前排有一次减速）。

D3 档关键执行元件：C1、C2。D3 档传动原理如图 3-2-11 所示。

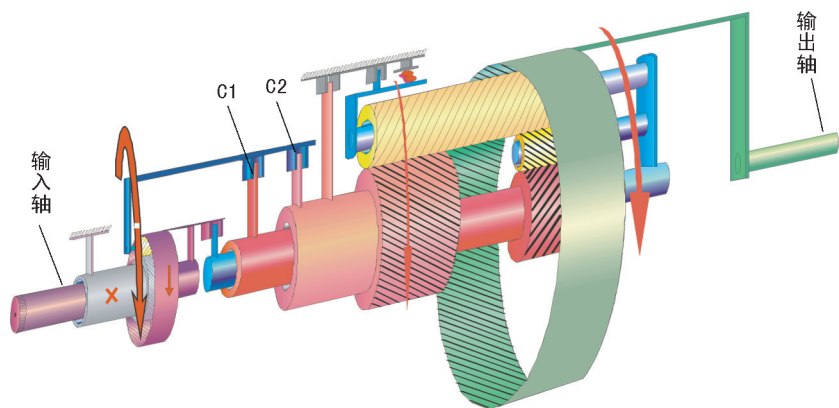


图 3-2-10 D3 档传动示意

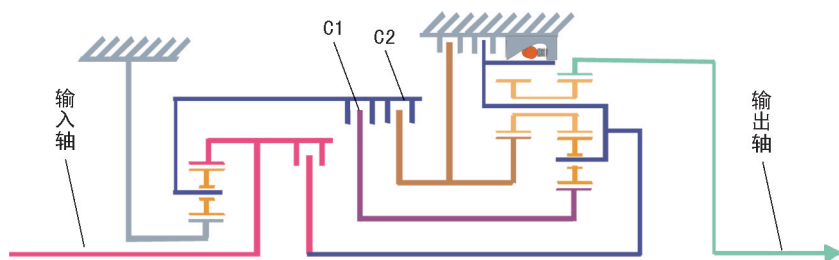


图 3-2-11 D3 档传动原理

六、D4 档传动路线和档位分析

图 3-2-12 所示是 D4 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，离合器 C3 接合，将输入轴的动力传给拉维娜公共行星架顺转输入。另外，离合器 C1 接合，将前排通过行星架减速输出的动力传给拉维娜的后排小太阳轮顺转输入。

4 档的总传动比还是大于 1。

D4 档关键执行元件：C1、C3。D4 档传动原理如图 3-2-13 所示。

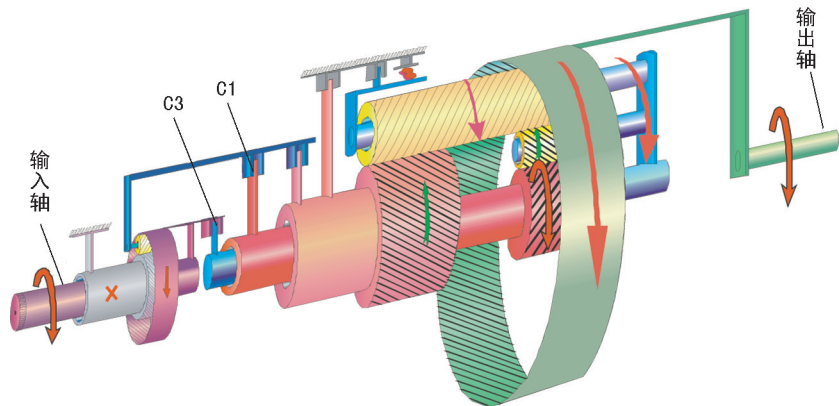


图 3-2-12 D4 档传动示意

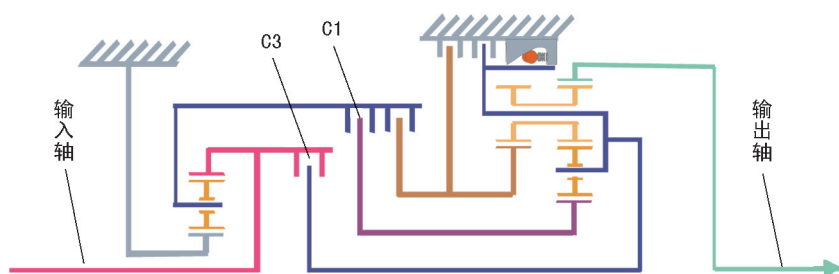


图 3-2-13 D4 档传动原理



七、D5 档传动路线和档位分析

图 3-2-14 所示是 D5 档传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，前排太阳轮固定，行星架一次减速向后输出。离合器 C2 接合，动力传给拉维娜大太阳轮顺转输入。离合器 C3 接合，将输入轴的动力传给拉维娜公共行星架顺转输入。看起来离合器 C3 接合，行星架在超速输入，但实际上由于离合器 C2 接合，拉维娜前排大太阳轮在顺转，长行星轮外啮合反转会减少行星架的输入速度（行星架减去大太阳轮反转），最终使传动比小于 1，是超速档。

D5 档关键执行元件：C2、C3。D5 档传动原理如图 3-2-15 所示。

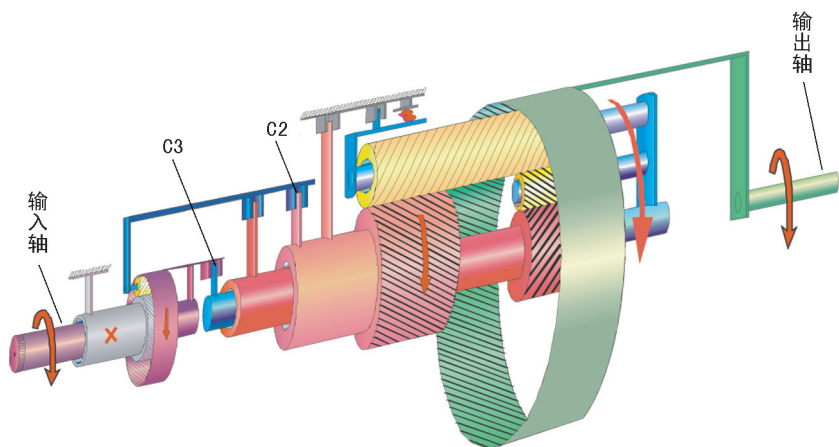


图 3-2-14 D5 档传动示意

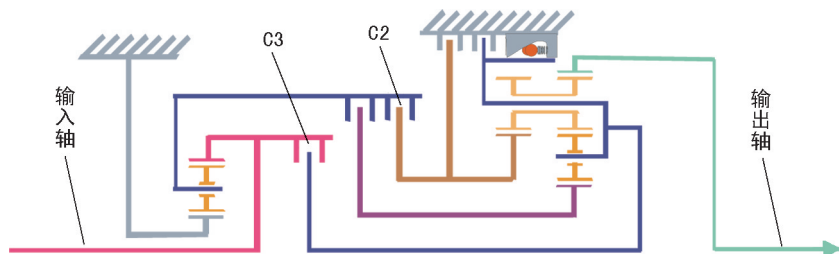


图 3-2-15 D5 档传动原理

八、D6 档传动路线和档位分析

图 3-2-16 所示是 D6 档传动示意。离合器 C3 接合，将输入轴的动力传给拉维娜公共行星架顺转输入，由于制动器 B1 制动了拉维娜的大太阳轮，齿圈以小于 1 的速度输出，实现超速档。

D6 档关键执行元件：C3、B1。D6 档传动原理如图 3-2-17 所示。

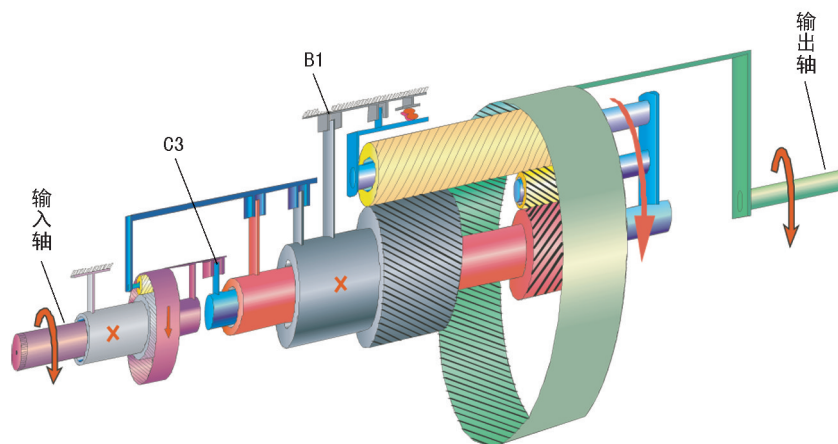


图 3-2-16 D6 档传动示意

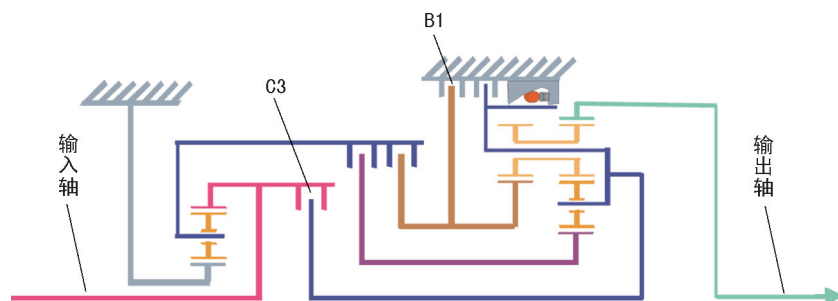


图 3-2-17 D6 档传动原理

九、R 位传动路线和档位分析

图 3-2-18 所示是 R 位传动示意。输入轴连接前排齿圈顺转输入，前排太阳轮任何时候都是与外壳固定连接的，动力只能从前排行星架一次减速顺转输出，这与 1 档相同。动力从行星架输出后，离合器 C2 接合，动力再从拉维娜大太阳轮顺转输入，由于制动器 B2 制动了行星架，长行星轮外啮合反转，齿圈内啮合再次减速反转输出，实现倒档动力传递。

R 位关键执行元件：C2、B2。R 位传动原理如图 3-2-19 所示。

各档位关键执行组件工况见表 3-2-1，各档传动比见表 3-2-2。

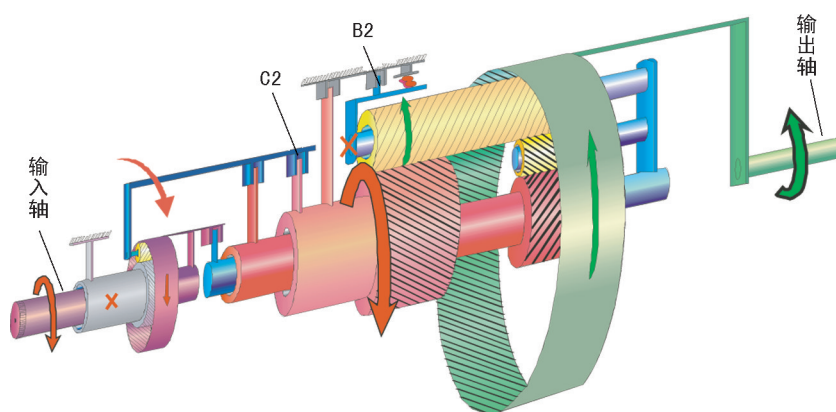


图 3-2-18 R 位传动示意

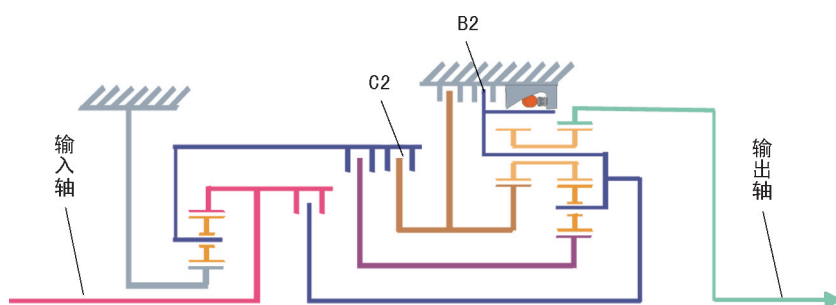


图 3-2-19 R 位传动原理

表 3-2-1 关键执行组件工况

D1/1	D2	D3	D4	D5	D6	R
C1	C1	C1	C1	C2	B1	C2
B2	B1	C2	C3	C3	C3	B2
F						

表 3-2-2 5L40E 各档传动比

变速器型号 6L50/80E	传动比	变速器型号 6L50/80E	传动比
1 档	4.065	5 档	0.853
2 档	2.371	6 档	0.674
3 档	1.551	R 位	3.2
4 档	1.157		

十、故障案例：宝马车不走

一辆宝马 X3，搭载的自动变速器型号为 6L45E。据车主介绍，发动机工作正常，开始时车辆行驶中每个档位的车速都不符合要求，后来车速越来越慢，直至现在走不动。通过检查发现没有油压，于是决定将自动变速器拆下并解体大修。

图 3-2-20 是拆下的 6L45E 自动变速器。

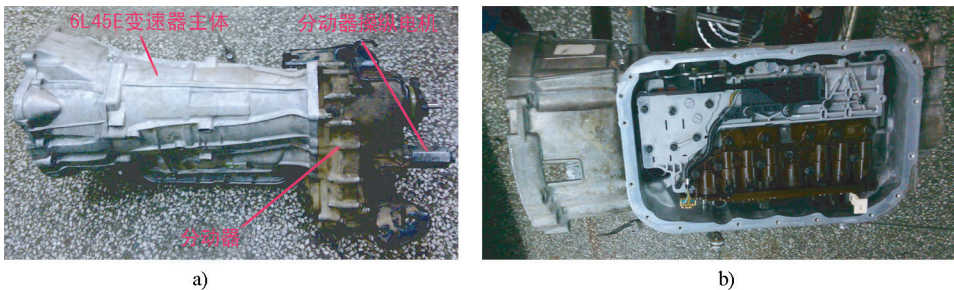


图 3-2-20 拆下的 6L45E 自动变速器

将 6L45E 自动变速器解体，把各部分零件用煤油清洗干净后发现 3 处比较明显的故障点，见表3-2-3。

表 3-2-3 6L45E 自动变速器 3 处比较明显的故障点

序 号	具体故障内容和原因	图 示
1	故障点一： 由于没有油压，拆发现油泵端面有又深又宽的沟槽，沟槽深度为 0.05mm 左右。	
2	故障点二： 小离合器的摩擦片、钢片烧损。根据以上档位传动示意可以看出，小离合器 C3 与输入轴刚性连接，如果烧损是不能向公共行星架传递动力的，因此没有 4~6 档。	
3	故障点三： 前进档离合器 C1、倒档离合器 C2 也烧损。根据以上档位传动示意可以看出：离合器 C1 接合，将动力连接到后排太阳轮实现 1~3 档；离合器 C2 接合，将动力连接到前排太阳轮实现倒档。离合器 C1、C2、C3 都烧损，当然不会有动力输出。	

一般来说，车辆的使用者不能完全将变速器的各种故障现象描述出来，因此只要能够行驶，都要进行初期的道路试验。如果不能行驶也要进行如下检测：

- 1) 连接诊断仪，分析动态数据。
- 2) 通过油压试验，判断变速器内部是否有机机械故障。



行星齿轮机构自动变速器既有外啮合齿轮，又有内啮合齿轮。4 前进档以上的自动变速器的行星轮有的是串联，有的是并联或者换联。它们工作起来有些齿轮转得快，有些齿轮转得慢，有些顺转，（行星轮反转，行星架还可以顺转），有些公转，有些自转，有些执行元件（就是离合器、制动器）还会几个档共用。这些机构一旦出现问题，必定会导致变速器不能正常行驶。这辆宝马变速器故障的导火索是油泵端面磨损导致主油压过低，离合器 C1、C2、C3 在负荷下强行摩擦产生高温而烧毁，最后不能行驶。

第三节 通用 6T40/45E 6 档自动变速器



一、通用 6T40/45E 自动变速器特点

上海通用别克 2008 款、2009 款新君威和雪佛兰科鲁兹轿车上搭载的 6T40/45E 是 6 个前进档、1 个倒档的前驱动电控自动变速器。为了方便理解，我们还是从左至右进行排列。表面上看，它有 4 个行星齿轮排，最左边的 1 个行星齿轮排是 1 个代替主减差速器的输出减速行星齿轮排，齿圈长期固定。就变速器主传动部分而言，实际上有 3 个行星齿轮排参与变速，它们分别为第 2 排、第 3 排和第 4 排。因为 6T40E 与 6T45E 的主传动是一样的，所以我们只是以 6T40E 为例进行介绍。

6T40E 自动变速器有 2 组离合器 C1、C2，3 组制动器 B1、B2、B3，1 个单向离合器 F，共 6 个执行元件。新君威驾驶室如图 3-3-1 所示。变速器识别信息及传动示意如图 3-3-2、图 3-3-3 所示。



图 3-3-1 新君威驾驶室

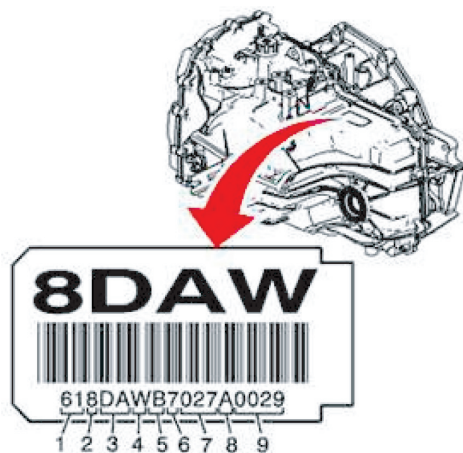


图 3-3-2 6T40E 变速器识别信息

- 1—自动变速器代码 2—车型年份 3—变速器型号
4—变速器系列 5—生产厂源代码 6—压制年份
7—儒略历日期 8—换档/管路 (A/B) 9—数字
序列，从每天上午 12:01 的 0001 开始

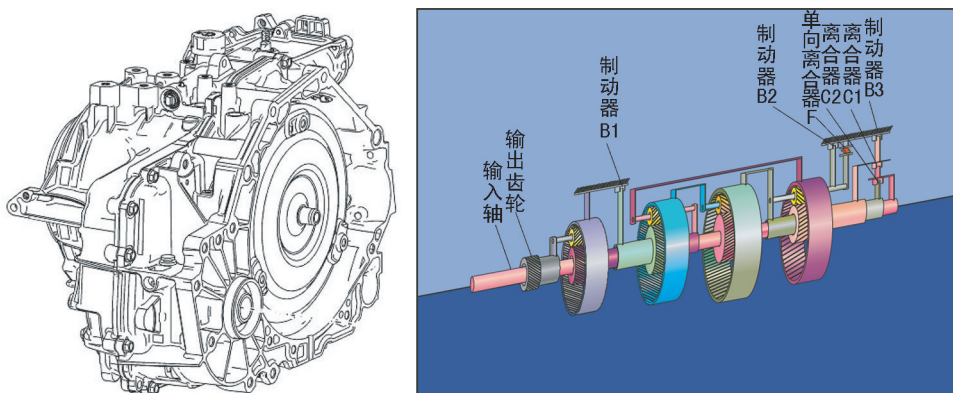


图 3-3-3 6T40/45E 自动变速器传动示意



二、D1/动力 1 档传动路线和档位分析

图 3-3-4 所示是 D1 档传动示意。左起第一排为输出行星排，第二排为前行星排，第三排为中间行星排，第四排为后行星排。

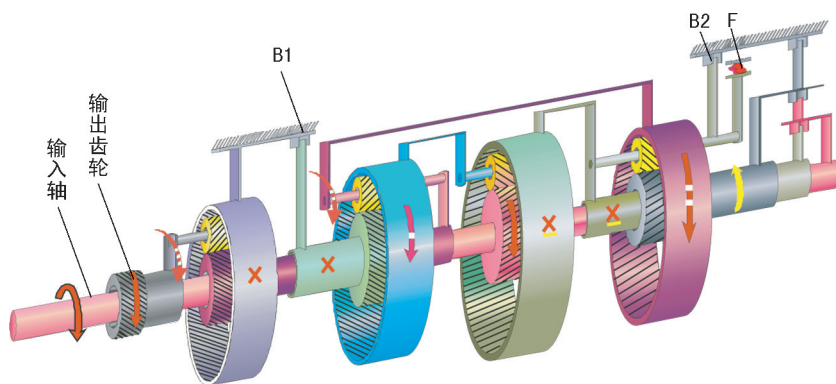


图 3-3-4 D1 档传动示意

输入轴连接两个离合器 C1、C2，并刚性连接中排太阳轮，不需要离合器即可以直接从中排输入，中排齿圈受反力影响有反转的趋势，但被单向离合器 F 单向固定不动，动力只能从中排行星架一次减速向前排齿圈顺转输出。前排齿圈顺转输入，太阳轮被 B1 固定，动力再次减速从输出行星排太阳轮顺转输入。输出行星排齿圈固定，行星架第三次减速顺转输出实现 1 档动力传递。后排太阳轮在反空转。D1 档传动原理如图 3-3-5 所示。

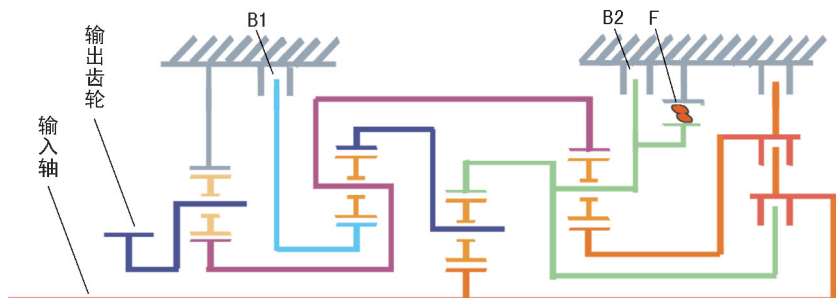


图 3-3-5 D1 档传动原理



说明

汽车起步或在经济 1 档行驶时是单向离合器 F 起作用，在动力模式行驶时则为制动器 B2 起作用。本节不再单独叙述动力 1 档传动过程。

汽车没有 1 档和倒档的故障原因见表 3-3-1。

表 3-3-1 无 1 档和倒档的故障原因

检查内容	原 因
低速档和倒档制动器总成	检查低速档和倒档制动器（B2）总成上的内花键或外花键是否脱扣或折断，检查卡环是否破损或脱离
低速档和倒档制动器（B2）	检查低速档和倒档制动器（B2）上的花键是否脱扣、折断、损坏、变形或表面涂层不正确，检查底板上的花键是否脱扣或折断，活塞密封件是否磨损、损坏或剥离，活塞回位弹簧是否破损或疲劳磨损
1~4 档制动器壳体（B1）	检查低速档和倒档制动器（B1）活塞弹簧固定件是否脱离或破损、活塞是否破损或变形、活塞孔是否损坏或表面涂层不正确

说明

在维修资料上可能找不到制动器的名称，这是因为厂家把所有的制动器都称之为离合器，而且所有零件都由编号代替。例如：制动器（B2）总成由离合器总成（编号为 543）代替，1~4 档制动器（B1）摩擦片由 1~4 档离合器摩擦片（编号为 557~559）代替等。大修时应注意区分和转换。

三、D2 档传动路线和档位分析

图 3-3-6 所示是 D2 档传动示意。当汽车以经济模式行驶，速度达到 2 档升档速度时，保持 1 档的传动路线不变（B1 制动前排太阳轮）。另外，制动器 B3 将 1 档时正在反转的后排太

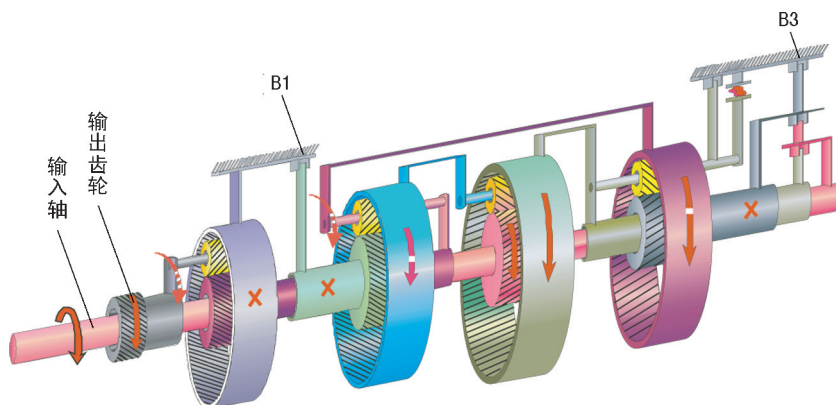


图 3-3-6 D2 档传动示意

阳轮制动, (此太阳轮维修资料称为反作用太阳轮), 这样, 后排行星架就不再受中排齿圈的反力影响, 而是以后排固定的太阳轮为支点得到一个顺时针方向的推动力, 这个推动力绕后排太阳轮顺时针转动并把动力传给后排齿圈。由于后排齿圈与前排行星架、输出行星排太阳轮是串联关系, 因此这个输出转速比 1 档快, 是 2 档传动。D2 档传动原理如图 3-3-7 所示。

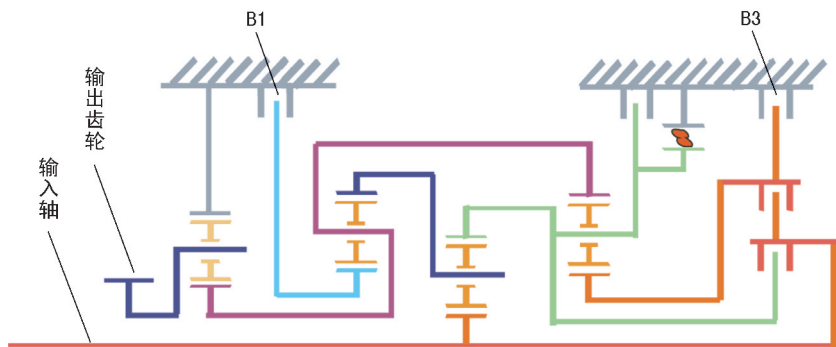


图 3-3-7 D2 档传动原理

四、D3 档传动路线和档位分析

图 3-3-8 所示是 D3 档传动示意。当汽车以经济模式行驶, 速度达到 3 档升档速度时, 制动器 B3 松开, 离合器 C1 接合, 在原来 2 档的基础上再加上一个后排太阳轮顺转输入并通过后排齿圈向前排输出加速, 实现 3 档动力传动。D3 档传动原理如图 3-3-9 所示。

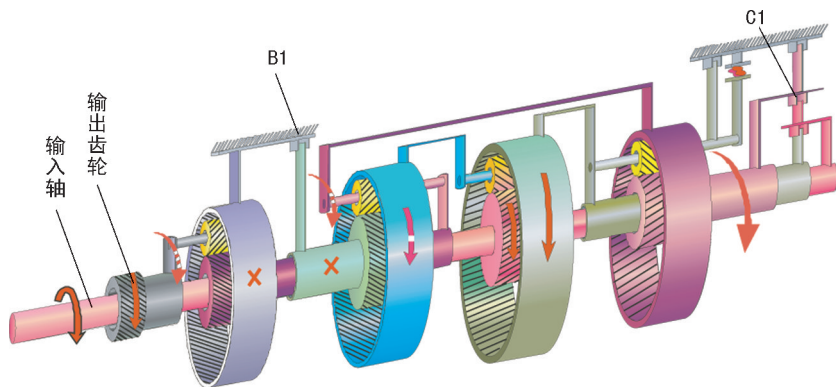


图 3-3-8 D3 档传动示意

说明

6T40E 自动变速器动力传动路线的升、降档过程和执行元件工作的交换看起来有点难以理解, 我们可以通过另外一种较为简单的方法来判断升降档执行元件的工作情况。

即: 中排太阳轮输入不变。

- 1) 后排太阳轮反转为 1 档。
- 2) 后排太阳轮固定为 2 档。
- 3) 后排太阳轮顺转输入为 3 档。

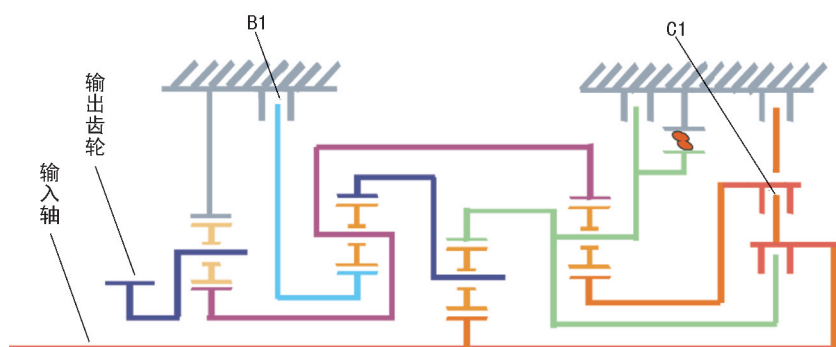


图 3-3-9 D3 档传动原理



五、D4 档传动路线和档位分析

图 3-3-10 所示是 D4 档传动示意。当汽车以经济模式行驶，速度达到 4 档升档速度时，离合器 C1 松开，离合器 C2 接合。中排本来就有一个太阳轮在顺转输入，C2 的接合又使齿圈顺转输入，这样，中排以 1:1 的速度向前排齿圈顺转输入。前排太阳轮则被 B1 固定，齿圈输入，行星架减速向输出行星排太阳轮输入，实现 4 档动力传递（后排太阳轮空转）。D4 档传动原理如图 3-3-11 所示。

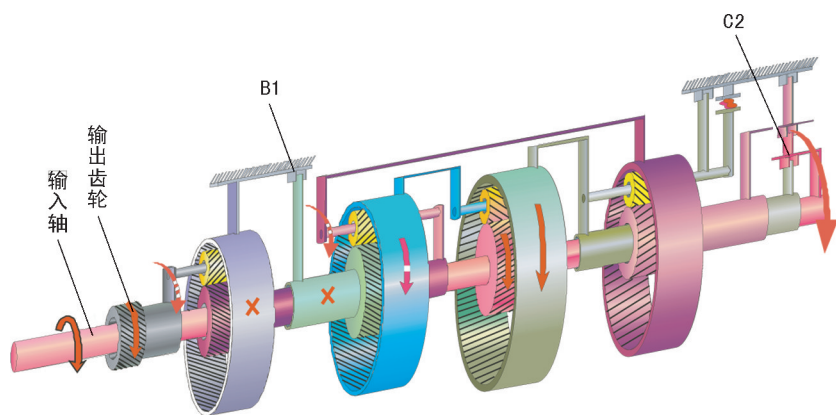


图 3-3-10 D4 档传动示意

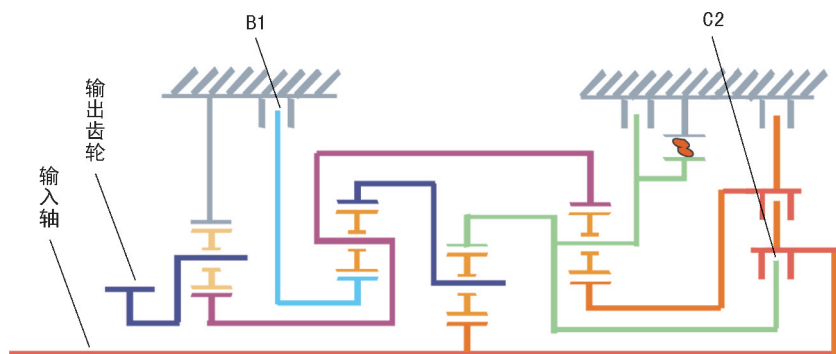


图 3-3-11 D4 档传动原理

汽车没有 1~4 档的故障原因见表 3-3-2。

表 3-3-2 无 1~4 档的故障原因

检查内容	原 因
1~4 档制动器 (B1) 总成	检查 1~4 档制动器片 (B1) 底板上的花键是否损坏、脱扣或折断, 活塞是否损坏和破损、活塞密封件是否损坏、磨损或分层, 活塞回位弹簧是否破损或疲劳磨损, 活塞回位弹簧固定件是否破损或脱离, 波形片是否破损或疲劳磨损, 底板固定件是否脱离或破损, 壳体是否破损、有孔隙、表面涂层不正确或油道堵塞, 壳体的花键是否磨损或损坏
输出轴太阳轮总成	检查输出轴 (也就是输出减速行星排太阳轮) 壳体上的花键是否脱扣或折断
反作用托架总成	检查输入轴齿圈 (中排齿圈) 上的花键是否脱扣或折断、固定件是否脱离或破损
壳体总成	检查油液单向阀是否泄漏或接头松动, 检查 1~4 档与低速档和倒档制动器 (B1) 油道密封件是否泄漏或损坏, 检查壳体花键或卡环槽是否磨损或损坏

六、D5 档传动路线和档位分析

图 3-3-12 所示是 D5 档传动示意。当汽车以经济模式行驶速度达到 5 档升档速度时, 除了离合器 C2 继续接合外, 离合器 C1 也接合, 前、中、后排以 1 : 1 的速度输入, 实现 5 档动力传递。5 档也是直接档 (减速行星排不变)。D5 档传动原理如图 3-3-13 所示。

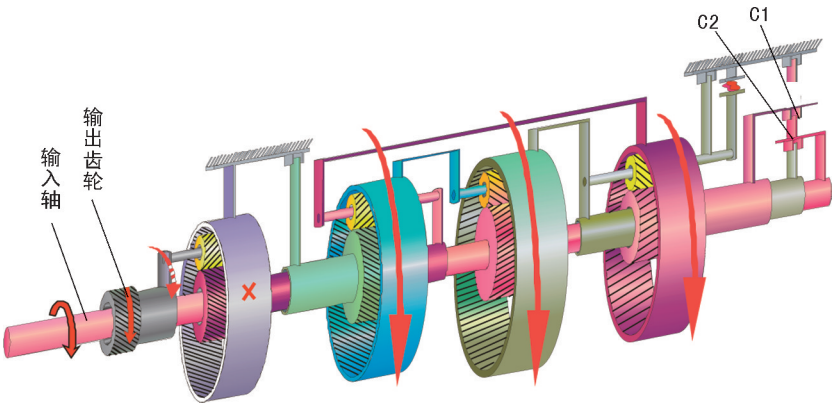


图 3-3-12 D5 档传动示意

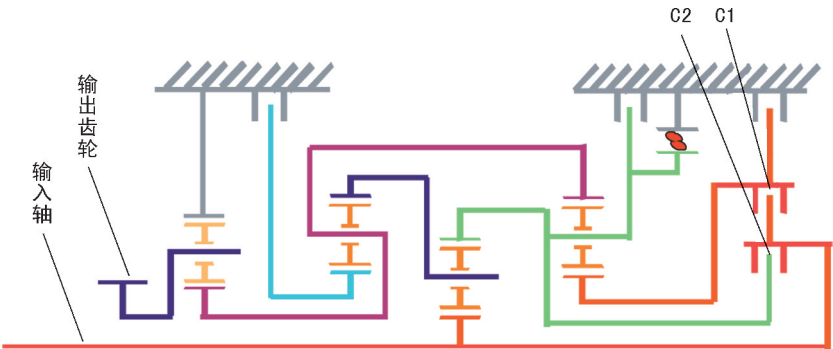


图 3-3-13 D5 档传动原理



汽车没有 3 档、5 档和倒档的故障原因见表 3-3-3。

表 3-3-3 没有 3 档、5 档和倒档的故障原因

检查内容	原 因
反作用托架 (567)	检查输入轴内齿轮固定件是否破损或脱离, 检查输入轴内齿轮上的花键是否脱扣或折断
输出轴托架 (574)	检查反作用内齿圈上的花键是否脱扣或折断
4~6 档离合器 C1 总成	检查 4~6 档活塞挡板供油孔是否堵塞或缺失, 活塞挡板是否泄漏

七、D6 档传动路线和档位分析

图 3-3-14 所示是 D6 档传动示意。当汽车以经济模式行驶, 速度达到 6 档升档速度时, 离合器 C1 松开 (保留离合器 C2 接合、行星架输入), 制动器 B3 制动后排太阳轮, 后排齿圈超速向减速行星排的太阳轮输出, 实现 6 档动力传递。6 档是个超速档。D6 档传动原理如图 3-3-15 所示。

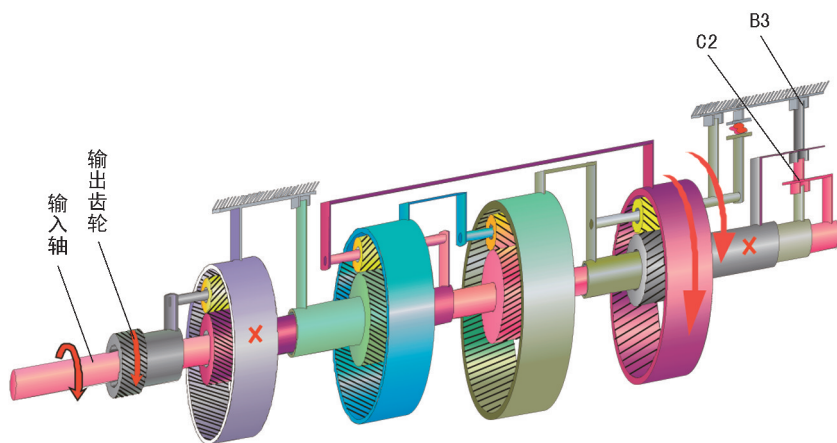


图 3-3-14 D6 档传动示意

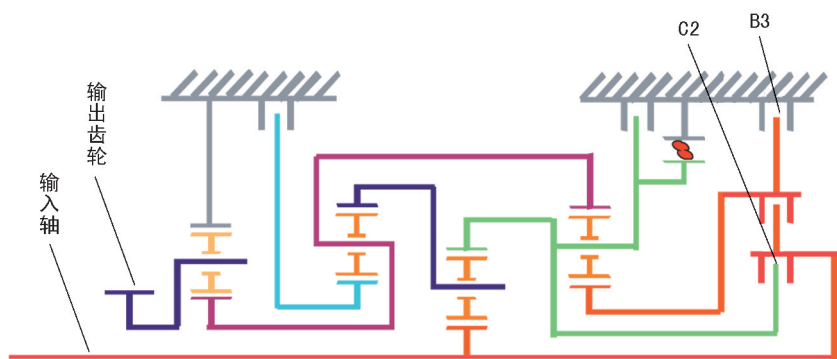


图 3-3-15 D6 档传动原理

汽车没有 2 档和 6 档的故障原因见表 3-3-4。

表 3-3-4 没有 2 档和 6 档的故障原因

检查内容	原 因
2~6 档制动器 (B3) 总成	检查 2~6 档 (制动器 B3 离合器片 540~542) 是否损坏或磨损。 检查低速档和倒档离合器总成 (543) 上的花键是否损坏、磨损、破损、表面涂层不正确或折断, 活塞密封件是否损坏、磨损或分层, 活塞回位弹簧是否破损或卡滞
反作用托架总成 (567)	检查输入轴齿圈上的花键是否脱扣或折断、固定件是否脱离或破损
反作用太阳轮总成 (566)	检查反作用太阳轮总成毂是否损坏或破损、太阳轮焊接点是否损坏或破损、太阳轮总成衬套是否松动或磨损
壳体总成	检查花键是否脱扣或折断, 检查 2~6 档离合器活塞回位弹簧固定件 (537) 是否破损或脱裂, 活塞孔是否损坏、磨损或表面涂层不正确

八、R 位传动路线和档位分析

图 3-3-16 所示是 R 位传动示意。倒档时, 离合器 C1 接合, 后排太阳轮顺转输入, 制动器 B2 制动了后排行星架, 后排齿圈减速向输出行星排太阳轮输出, 实现倒档动力传递。R 位传动原理如图 3-3-17 所示。

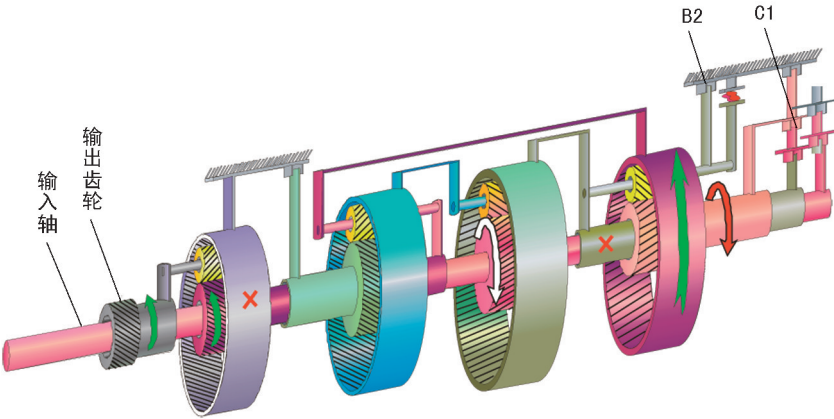


图 3-3-16 R 位传动示意

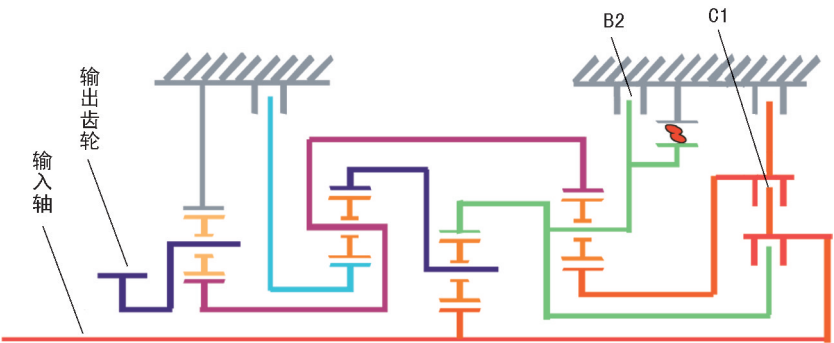


图 3-3-17 R 位传动原理



各档位关键执行组件工况见表 3-3-5，各档传动比见表 3-3-6。

表 3-3-5 关键执行组件工况

D1/1	D2	D3	D4	D5	D6	R
B1	B1	B1	B1	C2	C2	C1
B2	B3	C1	C2	C1	B3	B2
F						

表 3-3-6 6T40E 各档传动比

变速器型号 6T40E	传动比
1 档	4.584
2 档	2.964
3 档	1.912
4 档	1.446
5 档	1
6 档	0.746
R 位	3.87



九、控制电磁阀和变速器控制模块总成检查

1) 如图 3-3-18 所示，检查控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成插接器和端子 1、2、4、6 是否存在损坏、针脚弯曲、碎屑、固定凸舌破裂和污染等情况。

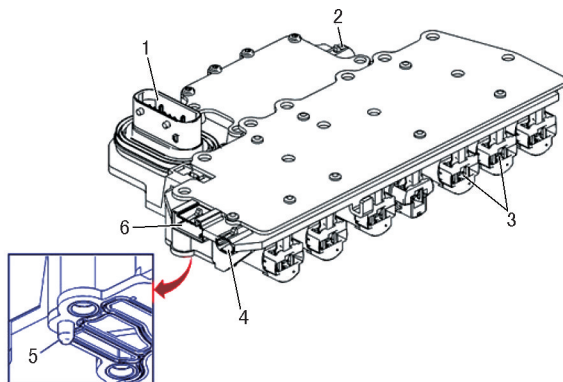


图 3-3-18 电磁阀总成插接器

1、2、4、6—端子 3—电磁线圈引线 5—滤板固定凸舌

2) 确保靠近端子针脚的插接器内无金属碎屑。

3) 检查控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成电磁线圈引线是否被污染或有金属碎屑。

4) 检查控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成上两个过滤板固定凸舌是否开裂，并在固定过滤板时确保张紧力正确。



十、控制电磁阀和变速器控制模块总成输入轴转速/输出轴转速输入测试

测试专用工具：EL-38522 可变信号发生器，如图 3-3-19 所示。

测试的目的是向控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成输入轴/输出轴转速传感器输入电路提供模拟的输入轴/输出轴转速传感器（ISS/OSS）信号。

1) 将输入轴/输出轴转速传感器线束插接器从控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成上断开。

2) 使用端子测试组件，将 EL-38522 发生器连接至控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成上相应的输入轴转速传感器或输出轴转速传感器信号电路。将 EL-38522 发生器的信号设置为 8V，频率设置为 120，占空比设置为 50。将点火开关置于 ON 位置，观察故障诊断仪参数“ISS Signal”（输入轴转速传感器信号）或“OSS Signal”（输出轴转速传感器信号）。信号参数应显示在 100~400r/min 之间。如果信号显示不在这个范围内，则控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成未能正确读出输入信号，有故障。

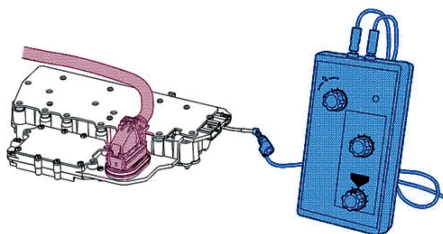


图 3-3-19 EL-38522 可变信号发生器

十一、控制电磁阀和变速器控制模块总成清理

控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成清理程序是变速器控制模块中一个特定的例行软件。故障诊断仪启动此程序，用于循环控制电磁阀总成的螺线管和阀，试图在设置一个性能故障诊断码（DTC）之后清除碎屑和释放阀门。清理程序完成后，再次运行故障诊断码启用标准，检测故障诊断码问题是否得到了解决。

- 1) 运行变速器，使其温度达到 70~90℃。
- 2) 用故障诊断仪选择“Service Cleaning Procedure”（维修清理程序），启动清理程序。
- 3) 清理程序完成后，将点火开关置于 OFF 位置 30s。
- 4) 重起发动机并根据标准规定，在“运行故障诊断码的条件”下操作车辆。
- 5) 观察相应的故障诊断码是否运行并通过，以确认清理程序是否有效。

十二、控制电磁阀和变速器控制模块总成电磁阀性能测试

这个测试的目的是测试控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成电磁阀的功能，是整个卡在打开或关闭的位置。如图 3-3-20 所示，用螺栓将 DT-48616 测试板安装至控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成的阀体安装表面。将压缩气体送入铝制测试盒，使其通过控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成电磁阀通道，然后返回测试盒上的一个压力表中。如果空气压力通过电磁阀，压力表则指示打开；若空气无法通过电磁阀，则指示关闭。使用故障诊断仪指令电磁阀通电或断电。观察压力表时，可以确定阀的功能是否正常。



- 1) 将控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成从变速器上拆下。
- 2) 用螺栓将 DT-48616 测试板安装至控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成的阀体安装表面。使用工具中提供的螺栓和垫圈安装测试盒。按照中心交替的拧紧顺序，将螺栓紧固至 $5\text{N} \cdot \text{m}$ 。
- 3) 将压力表安装至相应的电磁阀气孔。参考部件气孔列表。
- 4) 将车间空气压力管路连接至 DT-48616 测试板进气口。
- 5) 如图 3-3-21 所示，将 DT-48616-10 线束连接至车辆和控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成。

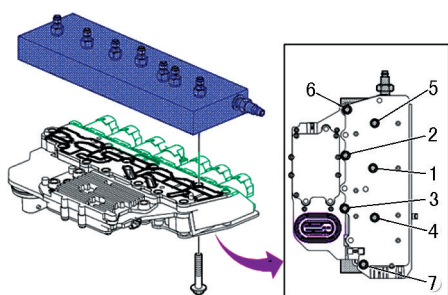


图 3-3-20 安装 DT-48616 测试板

- 1—管路压力控制电磁阀 2—压力控制电磁阀 1
3—压力控制电磁阀 5 4—换挡电磁阀 5—变
矩离合器压力控制电磁阀 6—压力控制
电磁阀 2 7—压力控制电磁阀 3

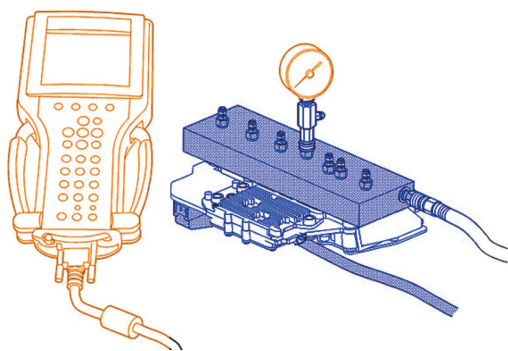


图 3-3-21 连接 DT-48616-10 线束

注意：电磁阀的通电时间不要超过 2min，否则电磁阀可能损坏。

6) 将点火开关置于 ON 位置，用故障诊断仪指令可疑的电磁阀通电或断电。观察空气压力表，当指令阀门通电和断电时查看压力变化。阀门允许空气压力通过阀口流向压力表，从而在压力表上读出压力读数。如果阀门卡在关闭位置，则不会发生压力变化。指令电磁阀通电和断电数次，确定可疑电磁阀的状态。在两次压力测试之间释放压力表中的空气压力。

注意：当点火开关置于 ON 位置，发动机关闭 (KOEO) 时，变速器控制模块指令变速器电磁阀正常循环通电和断电，以保持孔口和电磁阀清洁且没有污物。高速振动功能是一个正常活动，使得在变速器控制模块通电时阀门可以快速循环通电和断电。这可能造成在阀门打开和关闭时压力表压力波动。当电磁阀循环通电和断电时，可能引起连接压力表的孔口漏气。

在连接至测量阀组之前先排出变速器控制模块中多余的变速器油，当将气源连接至测试阀组进气口时应小心。



十三、维修快速读入自适应值

“维修快速读入自适应值”是一个6档自动变速器的程序，它可以进行一系列测试使得变速器控制模块（TCM）读入单独的离合器特性。一旦读入离合器数据，“维修快速读入自适应值”将它转换为自适应数据单元，用于换档期间变速器控制模块控制离合器。故障诊断仪可启动“维修快速读入自适应值”程序。此程序在变速器维修后使用。

当车辆进行变速器内部维修/大修、阀体修理或更换、控制电磁阀（带阀体和变速器控制模块）总成更换、变速器控制模块软件/校准更新或针对换档质量问题的任何一项维修完成之后必须执行“维修快速读入自适应值”程序。若未执行本程序，可能会造成变速器性能不良并设置变速器故障诊断码。

注意事项：执行“维修快速读入自适应值”程序之前，确保满足以下条件：

- ①阻挡驱动车轮。
- ②使用驻车制动器。
- ③使用行车制动器。
- ④节气门开度为0%，且无外部发动机转速控制。
- ⑤变速器油温度（TFT）在70~100℃之间。
- ⑥变速杆从驻车档（P）挂到倒档（R），循环3次，以排出倒档离合器中的空气。

1) 使用故障诊断仪通过选择以下命令，选中“维修快速读入自适应值”选项：

F1：变速器控制模块。

F5：模块设置。

F0：快速读入自适应值程序。

注意：如果程序执行期间有所需的条件未满足，“维修快速读入自适应值”可能会异常中断，程序需要从起点处重新开始运行。

2) 使用故障诊断仪执行“维修快速读入自适应值”程序。程序执行时，故障诊断仪数据显示将提供操作说明。必要时按照故障诊断仪的说明操作。

3) 一旦程序完成，关闭发动机并将变速器控制模块断电。这将与故障诊断仪失去通信。

4) 重新启动发动机。这将完成“维修快速读入自适应值”程序。

注意：当“维修快速读入自适应值”程序完成时，变速器将保持在空档状态。

如果“维修快速读入自适应值”不运行，且上述条件已满足，确保满足以下条件：

- 1) 变速器油温度在70~100℃之间。
- 2) 制动系统和制动开关运行正常。
- 3) 未启动故障码。
- 4) 在测试开始时，关闭节气门并将发动机转速增加到1500r/min以上。
- 5) 驻车档/空档位置开关正确调整且功能正常。
- 6) 管路压力控制可以达到1000kPa且在规定范围之内。



- 7) 车辆未移动或过度振动。
- 8) 离合器装配正确。



十四、变速器油检查

仅允许使用 Dexron VI 变速器油。未使用合适的变速器油可能导致变速器内部损坏。

注意：确保变速器有足够的油液，以确保可安全起动车辆而不损坏变速器。车辆熄火且变速器油液温度在 20~25℃ 之间时，将有足够多的油液从液位孔排出。这样可确保一旦车辆起动，储油槽内有足够的油液提供给部件。

1. 无油尺检查程序

- 1) 起动发动机。
- 2) 踩下制动踏板，将变速杆分别换至所有档位，并在每个档位停留约 3s。将变速杆挂回驻车档 (P)。
- 3) 使发动机以 500~800r/min 的速度怠速运行至少 3min，从而使油液泡沫消散和油位稳定。松开制动踏板。

注意：如果变速器油液温度不是期望温度，使车辆冷却或运行车辆直至变速器油温度达到合适值。如果油液温度低于规定范围，在二档下行驶车辆直到油液温度达到规定值。

- 4) 使发动机保持运转，用驾驶人信息中心或故障诊断仪观察变速器油温度 (TFT)。

当变速器油温度 (TFT) 为 85~95℃ 时，必须检查变速器油位。如果变速器油温度不在此范围内，操作车辆或使油液按要求冷却。如果在变速器油温度超过此范围时设置油位，将导致变速器加注不足或加注过量的状况。变速器油温度超过 95℃ 为加注不足，变速器油温度低于 85℃ 时为加注过量。加注不足的变速器将导致部件过早磨损或损坏。加注过量的变速器将导致油液溢出通风管、油液起泡或泵有气穴现象。

- 5) 用升降机举升车辆。发动机运转且变速杆挂驻车档 (P) 时，车辆必须置于水平位置。

- 6) 车辆怠速运行时，拆下油位设置螺塞，排出所有油液。油位螺塞位置如图 3-3-22 所示。

① 如果油液稳定地流出，等待，直到油液开始滴落。

② 如果没有油液流出，添加油液直到油液滴落。

- 7) 检查油液颜色。油液应为红色或深棕色。

① 如果油液颜色很深或发黑，还有燃烧的气味，检查油液是否有多余的金属微粒或其他碎片。油液中有少量摩擦生成的物质属正常情况。如果在油液中发现大片

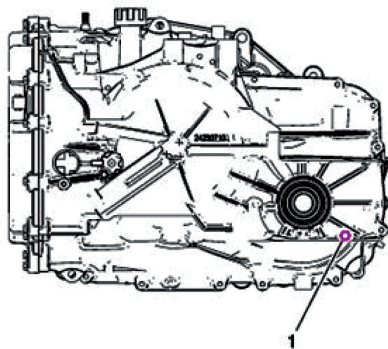


图 3-3-22 油位螺塞位置

1—油位螺塞



和/或金属碎片，应冲洗油冷却器和冷却器管路，然后大修变速器。如果没有发现变速器有内部损坏的迹象，应更换油液、修理油冷却器并冲洗冷却器管路。

②如果油液呈现絮状或乳液状，或看起来像是被水污染，则表示油液被发动机冷却液或水污染。

8) 检查是否存在外部泄漏。

9) 如果油液已更换，复位变速器油寿命监视器（若可行）。

2. 油尺检查程序

1) 将车辆停在水平面上，踩下驻车制动器并将变速杆挂驻车档（P）。起动发动机。

2) 踩下制动踏板，将变速杆换至所有档位，并在每个档位停留约 3s。将变速杆挂回驻车档（P）。

3) 使发动机以 500~800r/min 的速度怠速运行至少 3min，从而使油液泡沫消散和油位稳定。松开制动踏板。

4) 使发动机保持运转，用驾驶人信息中心或故障诊断仪观察变速器油温度（TFT）。

如果变速器油液温度不是期望温度，使车辆冷却或运行车辆直至变速器油温度达到合适值。如果油液温度低于规定范围，执行以下程序以使油液温度达到规定值。

当变速器油温度在 85~95℃ 之间时，检查变速器油位。当油液温度升高时，油位将升高，因此，确保变速器油温度为规定温度值是非常重要的。

在 2 档下行驶车辆直到油液温度达到规定值。

5) 发动机运转且变速杆挂驻车档（P）时，车辆必须置于水平位置。

6) 拆下油尺，并用干净的抹布或纸巾将其擦干净。

7) 检查油液颜色。油液应为红色或深棕色。如果油液颜色很深或发黑，还有燃烧的气味，检查油液是否有多余的金属微粒或其他碎片。油液中有少量摩擦生成的物质属正常情况。如果在油液中发现大片和/或金属碎片，应冲洗油冷却器和冷却器管路，然后大修变速器。如果没有发现变速器内部有损坏的迹象，应更换油液、修理油冷却器并冲洗冷却器管路。如果油液呈现絮状或乳液状，或看起来像是被水污染，则表示油液被发动机冷却液或水污染。

8) 安装油尺。等待 3s 然后再将其拆下。

注意：至少检查油位两次。稳定的读数对于保持正确的油位是非常重要的。如果读数不稳定，检查变速器通风口盖以确保其干净和通畅。不需要使油位一直处于“MAX”（最满）标记处。在交叉带的任何区域内都是可接受的。

9) 检查油尺两侧，并记录最低油位。

10) 再次安装和拆下油尺以确认读数。

注意：如果没有再次检查油位，切勿一次添加多于 0.25L 的油液。一旦油液处于油尺的锥形端，不需要多少油液便可将油位提升到交叉带区域。切勿加注过量。此外，如果油位过低，检查变速器是否泄漏。



11) 如果油位不在交叉带内, 且变速器温度为 90°C 时, 必要时可以添加或者排出油液以使油位处于交叉带区域。如果油位过低, 仅添加足够的油液以使油位处于交叉带区域。

12) 如果油位在可接受的范围内, 安装油尺。

13) 如果油液已更换, 复位变速器油寿命监视器 (若可行)。

3. 油液状况检查

检查油液颜色。油液应为红色。正常使用时变速器油颜色也许会变深, 但这并不一定表示受到污染。

注意: 如果油液颜色很深或发黑, 还有燃烧的气味, 通常表示油液过热或者受到污染。

如果油液颜色很深或发黑, 还有燃烧的气味, 检查油液是否有多余的金属微粒或其他碎片, 这可能表示变速器损坏。如果没有发现其他状况, 更换变速器油。

如果油液呈现絮状或乳液状, 或看起来像是被水污染, 则表示油液被发动机冷却液或水污染。

十五、管路压力检查

警告: 应始终踩下制动器, 防止车辆意外移动。如果车辆意外移动, 可能导致人身伤害。

- 1) 安装故障诊断仪。
- 2) 起动发动机。
- 3) 检查变速器油位是否合适。
- 4) 使用故障诊断仪检查所有启动或存储的故障码。
- 5) 检查变速器手动机构功能是否正常。
- 6) 关闭发动机。
- 7) 拆下管路压力测试孔塞。
- 8) 如图 3-3-23 所示, 安装 EN 21867 压力表。

9) 选择故障诊断仪 “Transmission Output Controls for the Line PC Solenoid” (变速器管路压力控制电磁阀输出控制)。

- 10) 起动发动机。

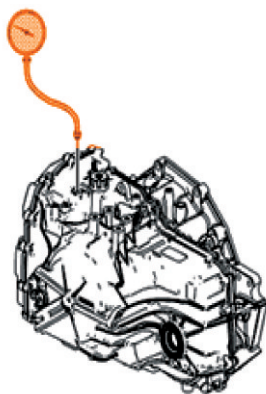


图 3-3-23 安装 EN21867 压力表

注意: 为了得到精确的管路压力读数, 必须执行以下程序至少 3 次以获取统一的压力读数。

故障诊断仪只能在驻车档 (P) 和空档 (N) 状态下控制管路压力控制电磁阀, 且要求发动机转速小于 $1500\text{r}/\text{min}$, 从而避免离合器管路压力过高或过低。

11) 用故障诊断仪增加和减小管路压力控制电磁阀压力约 100kPa 。故障诊断仪指令自动增加或减小。



- 12) 允许在增加或减小过程中保持压力稳定。
- 13) 将故障诊断仪上的压力读数和 EN21867 压力表上的读数进行对比。
- 14) 如果压力读数相差很大, 则要分析故障原因。
- 15) 关闭发动机。
- 16) 拆下 EN21867 压力表。
- 17) 安装管路压力测试孔塞。将压力测试孔塞紧固至 $12\text{N} \cdot \text{m}$ 。

第四节 福特 5HP-24 5 档自动变速器

图 3-4-1、图 3-4-2 所示是福特路虎驾驶室和 5HP-24 自动变速器传动示意图。5HP-24 为德国 ZF 公司生产的有 5 个前进档和 1 个倒档的电子控制自动变速器, 搭载于福特路虎、宝马 (540、740、X5)、捷豹 (XK8、XJ8) 等车型上。福特 5HP-24 自动变速器与宝马 5HP-30 自动变速器相比, 只是 5HP-24 在左起第一行星排上少了 1 个经济模式制动器和 1 个单向离合器, 其他传动执行元件基本相同。其传动路线参见本书第二章第四节, 这里不再重复。



图 3-4-1 福特路虎驾驶室

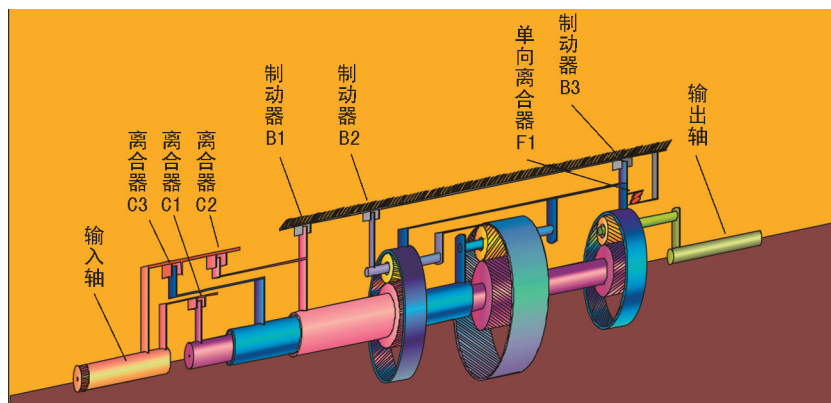


图 3-4-2 福特 5HP-24 自动变速器传动示意



第五节 吉普 545RFE 5 档自动变速器



一、吉普 545RFE 自动变速器特点

图 3-5-1、图 3-5-2 所示是大切诺基驾驶室和 545RFE 自动变速器传动示意。545RFE 是一款设计较为复杂的 5 前进档、1 倒档电控自动变速器，它由 3 个行星齿轮排、3 组离合器、3 组制动器和 1 个单向离合器组成。有一个独特的优选 2 档传动比可供选择。



图 3-5-1 大切诺基驾驶室

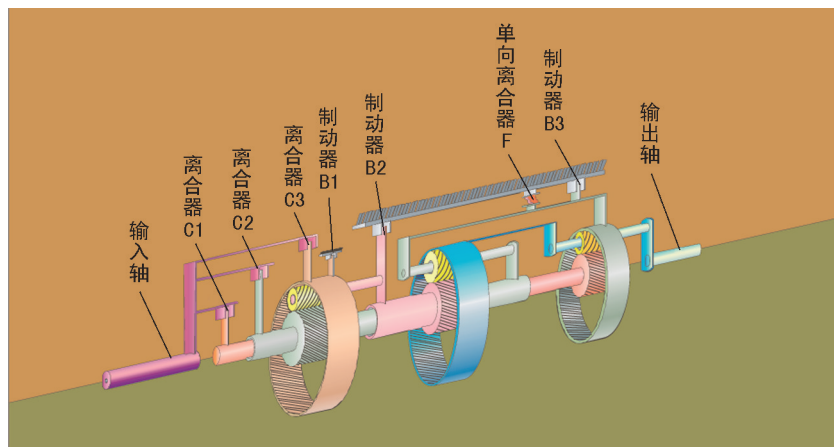


图 3-5-2 大切诺基 545RFE 自动变速器传动示意



二、D1/动力 1 档传动路线和档位分析

图 3-5-3 所示是 D1/动力 1 档传动示意。在 D 位 1 档时，离合器 C1 接合，后排太阳轮顺转输入，后排齿圈受反力影响有反转的趋势，但被单向离合器 F 单向卡住不动，后排行星架

顺时针减速输出实现 1 档动力传递。如果在动力 1 档模式下行驶，则是制动器 B3 直接双向制动后齿圈（称为有发动机制动）。D1/动力 1 档传动原理如图 3-5-4 所示。

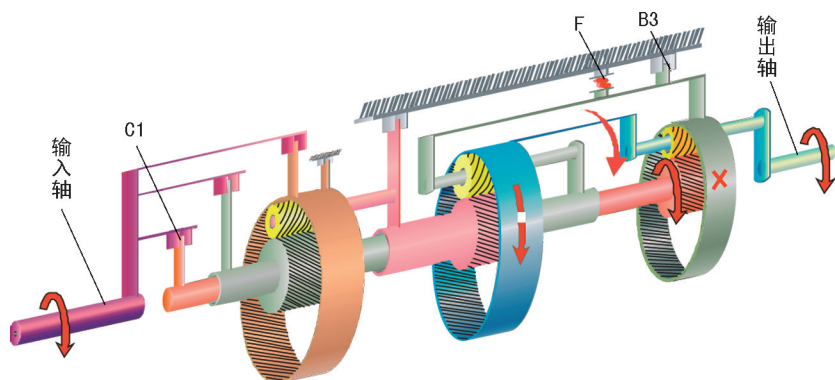


图 3-5-3 D1/动力 1 档传动示意

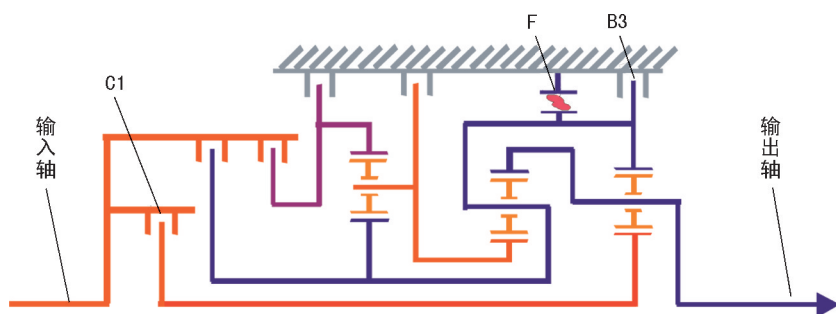


图 3-5-4 D1/动力 1 档传动原理

三、D2 档传动路线和档位分析

图 3-5-5 所示是 D2 档传动示意。当汽车的行驶速度达到 2 档升档范围时，制动器 B2 制动中排太阳轮，中排行星架得到顺时针推动力（由于中排行星架、后排齿圈串联在一起），后排齿圈向输出行星架加速，实现 2 档动力传递。D2 档时，前行星排空转。D2 档传动原理如图 3-5-6 所示。

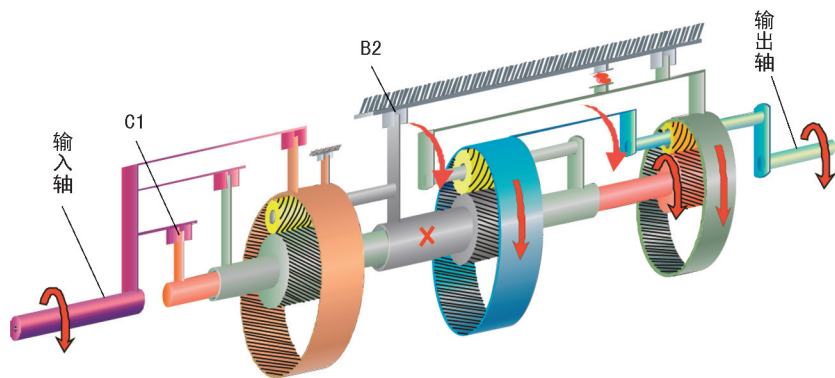


图 3-5-5 D2 档传动示意

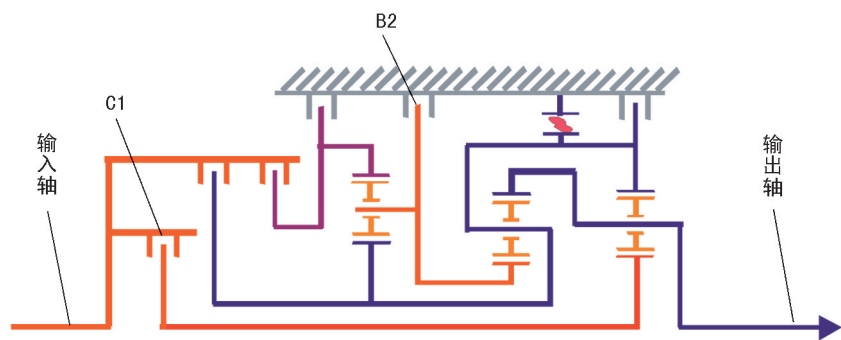


图 3-5-6 D2 档传动原理



四、优选 2 档传动路线和档位分析

图 3-5-7 所示是优选 2 档传动示意。本来 545RFE 自动变速器有 6 个前进档，但由于 2 档与优选 2 档传动比区间不大（2 档传动比为 1.67，优选 2 档传动比为 1.50），像这样的传动比不能称为 3 档，在大多数情况下都是在 2~3 档之间自动切换，只有在节气门开度较大时由 4 档降为优选 2 档，因此生产厂家称之为优选 2 档。优选 2 档传动原理如图 3-5-8 所示。

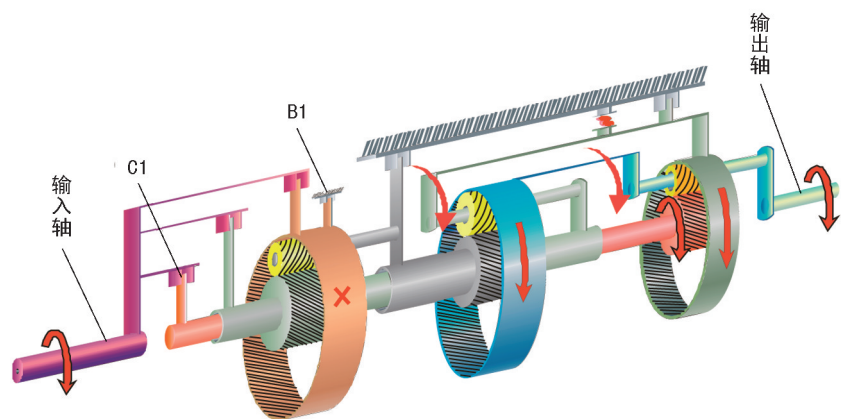


图 3-5-7 优选 2 档传动示意

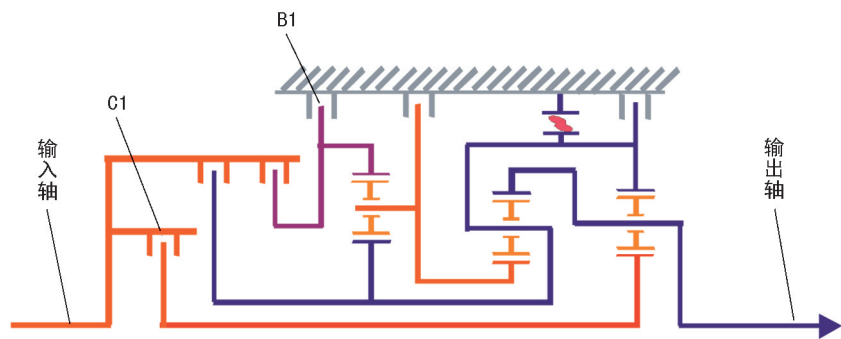


图 3-5-8 优选 2 档传动原理



五、D3 档传动路线和档位分析

图 3-5-9 所示是 D3 档传动示意。当汽车的行驶速度达到 3 档升档范围时，除了离合器 C1 继续接合外，离合器 C2 接合，两套动力将中、后排一起锁定 1:1 公转输出实现 3 档动力传递。3 档也是直接档。D3 档传动原理如图 3-5-10 所示。

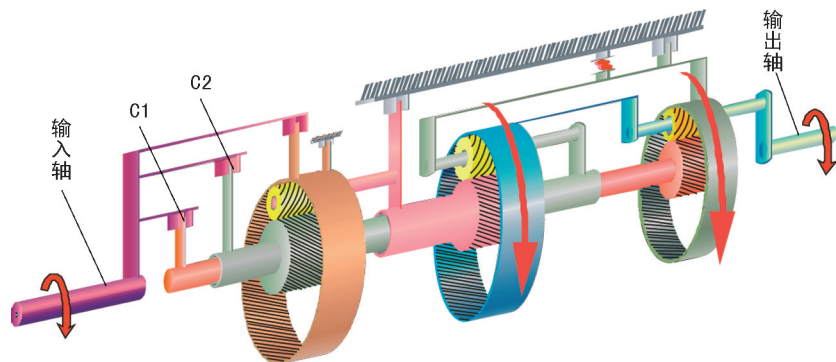


图 3-5-9 D3 档传动示意

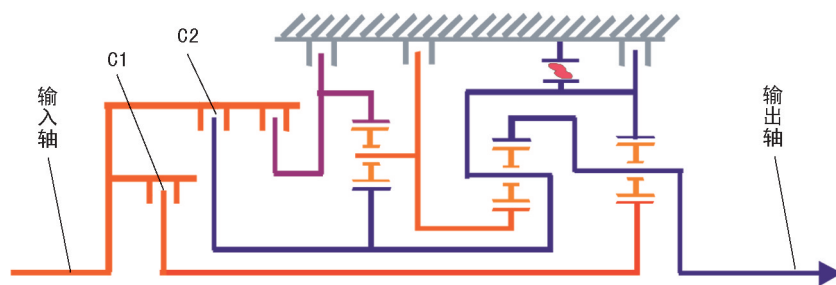


图 3-5-10 D3 档传动原理

六、D4 档传动路线和档位分析

图 3-5-11 所示是 D4 档传动示意。当汽车的行驶速度达到 4 档升档范围时，离合器 C2 继续接合（离合器 C1 松开），另外，用制动器 B1 将前排齿圈制动。此时，有两套动力在输入：

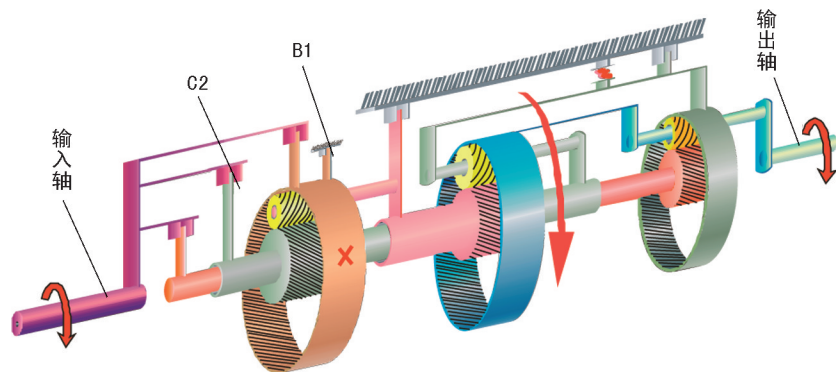


图 3-5-11 D4 档传动示意



中排：行星架输入齿圈向后排行星架输出为超速。

前排：因为前排太阳轮与中排行星架也连在一起，再加上前排齿圈被制动器 B1 制动，这样就有太阳轮顺时针输入，前排行星架向中排太阳轮减速输出。由于中排太阳轮也在顺时针旋转输入，导致行星架的输出超速度会减少，最终输出还是超速。

4 档是超速 1 档。后排太阳轮（反空转）用来调节后齿圈与后行星架之间的转速差。D4 档传动原理如图 3-5-12 所示。

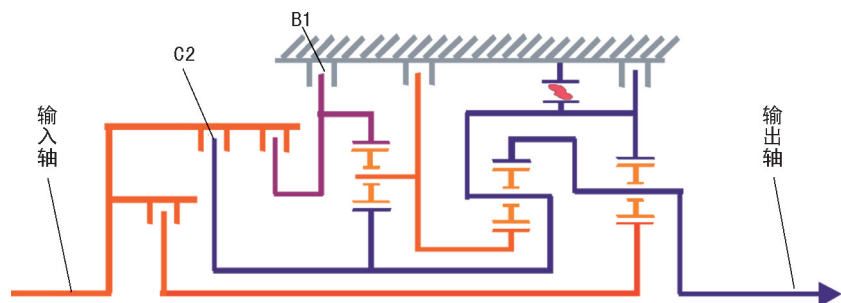


图 3-5-12 D4 档传动原理

七、D5 档传动路线和档位分析

图 3-5-13 所示是 D5 档传动示意。当汽车的行驶速度达到 5 档升档范围时，离合器 C2 继续接合，制动器 B1 松开，用制动器 B2 制动中排太阳轮，这样，中排行星架向后排齿圈超速输出实现 5 档动力传递。5 档是超速 2 档。D5 档传动原理如图 3-5-14 所示。

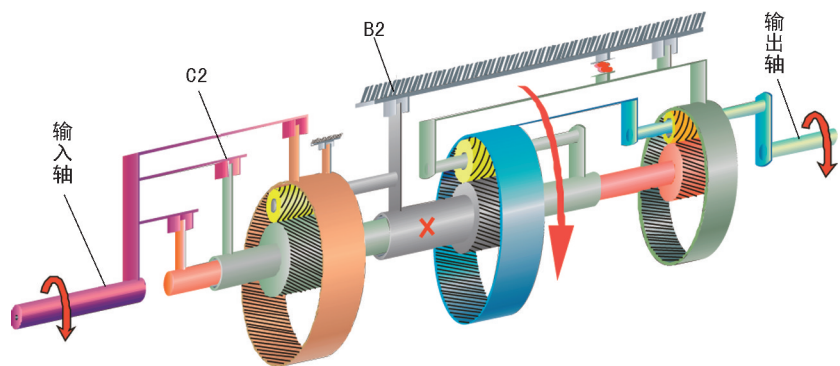


图 3-5-13 D5 档传动示意

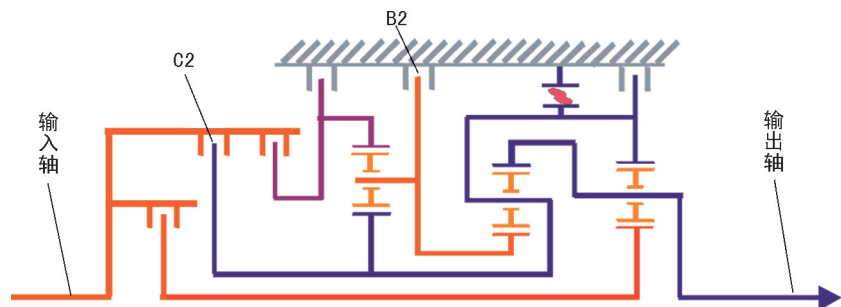


图 3-5-14 D5 档传动原理

八、R 位传动路线和档位分析

图 3-5-15 所示是 R 位传动示意。当变速杆在 R 位，离合器 C3 接合，动力从前排齿圈顺转输入，由于制动器 B3 制动了前排太阳轮、中排行星架和后排齿圈，前排行星架减速顺转向中排太阳轮顺转输出。中排齿圈再次减速反转向后排行星架输出，实现倒档动力传递。R 位传动原理如图 3-5-16 所示。

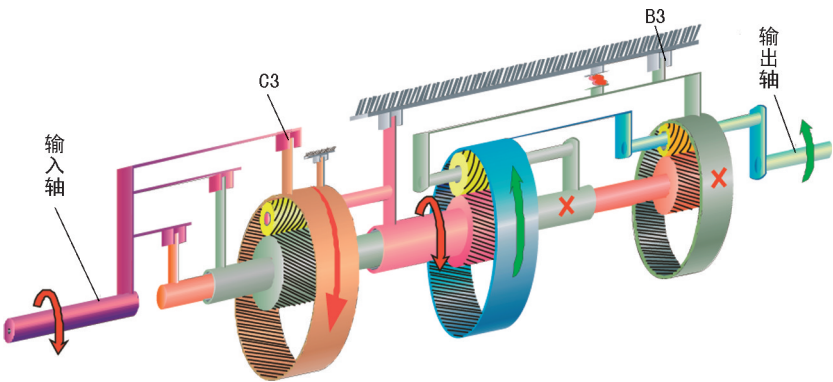


图 3-5-15 R 位传动示意

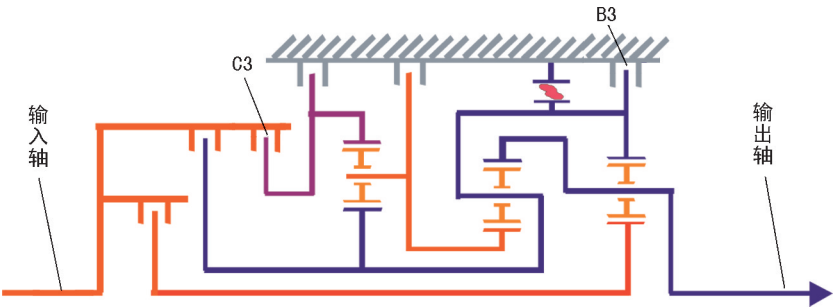


图 3-5-16 R 位传动原理

各档位关键执行组件工况见表 3-5-1，各档传动比见表 3-5-2。

表 3-5-1 关键执行组件工况

D1/1	D2/优选 2	D3	D4	D5	R
C1	C1	C1	C2	C2	C3
B3	B2	C2	B1	B2	B3
F	B1				

表 3-5-2 545RFE 各档传动比

档位	传动比 i	档位	传动比 i	档位	传动比 i	档位	传动比 i
1 档	3	优选 2 档	1.50	4 档	0.75	R 位	3
2 档	1.67	3 档	1	5 档	0.67		



第四章

自动变速器定期 维护、检修与故障诊断

搭载自动变速器的轿车开起来轻便、省事，因此受到越来越多的车主的青睐。自动变速器维修、保养、装配的精度要求非常高，包括动态检测设备、阀体检测设备、零件加工设备等，这就需要非常专业的技术人员和技术设备。

一、自动变速器检查内容（包括故障车）

- 1) 检查蓄电池电压，标准电压为 11~14 V。如果电压低于 11 V，在继续操作前，应对蓄电池充电或更换蓄电池。
- 2) 检查节气门拉索间隙和怠速转速。
- 3) 目视检查油的质量、油面高度。
- 4) 进行噪声检查，检测发动机工况，检测底盘传动、驱动及阻滞力，检查轮胎气压。
- 5) 检查壳配合面、轴和拉索伸出区、油封、排放塞和加注口、管件和软管连接处是否漏油。
- 6) 将智能检测仪连接到 DLC3，检查并清除 DTC 和固定数据。
- 7) 设置检测模式，诊断故障症状确认（维护车不用）。
- 8) 症状模拟（维护车不用）。
- 9) 机械系统测试。
- 10) 液压测试。
- 11) 手动换档测试。
- 12) 零件检查。
- 13) 电路检查。
- 14) 故障识别。
- 15) 确认测试。



二、自动变速器维修注意事项

1) 维修手册中提供的维修方法对于汽车维修非常有效。在遵循维修手册中的步骤进行维修操作时,必须使用指定和推荐的工具。若使用非指定或推荐的工具和维修方法,则在开始操作前要确保维修技术人员的安全,并确定不会造成人员伤害或客户车辆损坏。

2) 如果需要更换零件,则必须换上具有相同零件号的零件或相当的零件。切不可采用劣质零件。为了有效避免维修或维护期间可能造成的人身伤害,以及由于操作不当而造成的车辆损坏或导致车辆不安全等隐患,必须认真遵守维修手册中各种强调“注意”和“小心”事项。还应该注意的是,维修手册中“注意”和“小心”部分的内容并非夸张,违反这些说明将导致危险的后果。

3) 自动变速器由表面经过高精度加工的零件构成,在重新装配前必须对这些零件进行仔细检查。即使是轻微划伤也可能导致漏油或影响性能。一些操作说明是按维修人员每次只操作一个零件组来编排的。这有助于避免因外观相似但属于不同分总成的零件同时出现在维修工作台上而引起混淆。应从变矩器壳一侧对这些零部件组进行检查和维修。尽可能在对下一组零部件进行操作之前完成检查、维修和重新装配。如果在重新装配过程中发现某个零部件组有缺陷,则应立即检查和维修此零部件组。如果由于某些零件尚在订购中而无法装配某个零部件组,则在继续拆解、检查、维修和重新装配其他零部件组时,一定要将该零部件组的所有零件存放在单独的容器中并严格保管。

①所有拆解的零件均应使用压缩空气吹通。

②用压缩空气吹干所有零件。不要使用棉丝抹布或其他布来擦干它们。

③使用压缩空气时,一定不要将气枪对准自己和他人,以防 ATF 或煤油意外喷到脸上。另外,高压气体也会伤人。

④工作场所禁止打闹、追逐、嬉戏。

⑤清洗时,只能使用推荐的自动变速器油或煤油(禁止用汽油清洗零件)。

三、自动变速器油(ATF)的分类与质量鉴别

1. 自动变速器油(ATF)的分类

自动变速器的型号较多,对应各型号的自动变速器油的规格也较多,就算是同一厂家同一车型,如果自动变速器型号不同、生产年代不同,自动变速器油的规格也会不一样。自动变速器油(ATF)分类如下:

国际通用推荐用油(ATF)采用美国通用和福特公司规定:DEXRON、DEXRON-II、DEXRON-III、DEXRON-IV型;欧洲代用油(ATF):DEXRON-B(通用);ESW-M2C-33E/F(福特)。原厂要求的自动变速器油则是按照配件号。

维修人员应当首选原厂用油,如图4-1-1a、b所示。只有在原厂油买不到的情况下才考虑代用油。代用自动变速器油如图4-1-1c所示,油尺上的标记如图4-1-1d所示。

2. 自动变速器油质量鉴别

大部分自动变速器油为樱红色的,像红葡萄酒颜色,如图4-1-2所示。它要求耐高温且流动性好。正常使用一般两年或4万km更换。变质后的自动变速器油颜色为凉茶色。



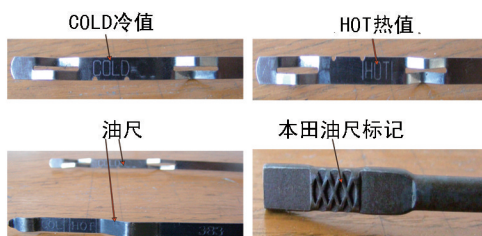
a)



b)



c)



d)

图 4-1-1 自动变速器油、代用自动变速器油和油尺上的标记



a)

b)

图 4-1-2 新自动变速器油



四、检修作业需要的工具、设备和材料

1) 常用工具套筒及棘轮扳手、举升机、机油回收盆、漏斗、换油机如图 4-1-3～图 4-1-5 所示。自动变速器解体、油路阀板解体零件清洗后应按图 4-1-6、图 4-1-7 的样子摆放。



图 4-1-3 常用工具、专用工具和拆装检验工作台



图 4-1-4 举升机、千斤顶、工具车、机油回收盆

自动变速器换油清洗机1

自动变速器换油清洗机2



图 4-1-5 换油机



图 4-1-6 油路阀板解体示范

2) 自动变速器大修有可能用到的检验设备有液力变矩器再制造设备 (图 4-1-8)、自动变速器总成性能测试设备 (图 4-1-9)、电磁阀检验设备 (图 4-1-10)、油压力检验设备 (图 4-1-11)、阀体 (油路板) 性能检验设备 (图 4-1-12)、零部件清洗设备 (图 4-1-13)。自动变速器组装完工如图 4-1-14 所示。如果有条件的话, 装车后要用底盘测功机全面测试输出功率是否达到规定值。很多动态路试、油压试验和驱动能力的试验最好在底盘测功机上进行, 这样不仅能够保证安全, 而且还能够得到相对稳定的数据, 如图 4-1-15 所示。使汽车平稳落地如图 4-1-16 所示。完工验收后作清洁准备交车如图 4-1-17 所示。



图 4-1-7 零件架



图 4-1-8 液力变矩器再制造设备



图 4-1-9 自动变速器总成性能检验设备



图 4-1-10 电磁阀检验设备



图 4-1-11 油压力检验设备



图 4-1-13 零部件清洗设备



图 4-1-12 阀体（油路板）性能检验设备



图 4-1-14 自动变速器组装完工



图 4-1-15 底盘测功机



图 4-1-16 使汽车平稳落地



图 4-1-17 完工验收后作清洁准备交车



五、自动变速器的免拆清洗维护

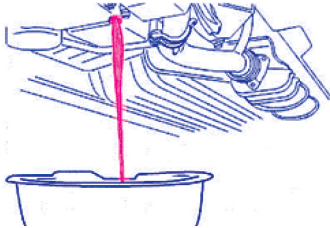
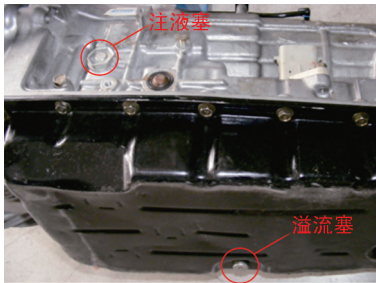
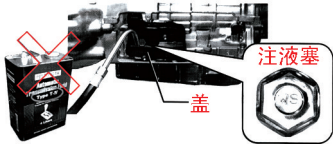
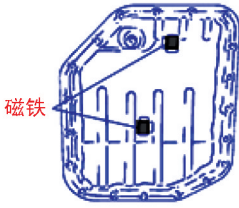
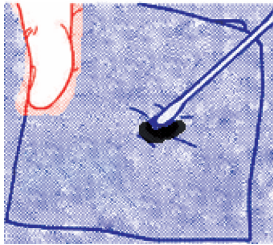
很多车主认为，更换自动变速器油与更换机油等没有太大区别，其实不然，两者是有很大的区别的。采用传统的排放和加注的方式进行自动变速器油的更换会在液力变矩器和冷却管中残留 75% 的旧变速器油，新的自动变速器油加入以后，会很快被污染，达不到更换的目的。为了 100% 地更换自动变速器中的传动液，需要专业的设备来完成。

任何机械的使用都要进行维护，而自动变速器的维护最重要的就是自动变速器油的检查和更换。自动变速器油的作用除了润滑、降温和清洗以外，更主要是通过油的流动传递转矩，也就是传递发动机和变速器之间的动力。ATF 油的工作温度一般在 80°C 左右，因此对油的质量要求很高，还必须保持清洁。自动变速器的维护见表 4-1-1。

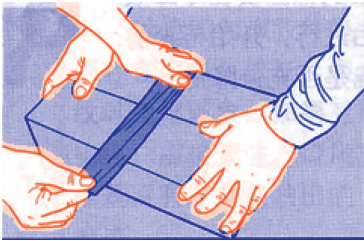
1) 自动变速器的清洗。高温的工作环境极易使自动变速器系统内部形成油泥和胶质等沉积物，影响油液的正常流动，降低系统的传动功率，进而影响其使用寿命，所以自动变速器应定期清洗。清洗时应选择专用的自动变速器清洗剂，并配备专用清洗设备，千万不能用发动机润滑洗涤剂清洗自动变速器。通过专业清洗，可有效地去除自动变速器中的油泥和胶质沉积物，使杂质悬浮并随旧自动变速器油排出，从而减轻对新自动变速器油的污染，恢复系统的工作性能。自动变速器一般每 5 万 km 清洗一次。



表 4-1-1 自动变速器的维护

维护方法	维护图例
1) 自动变速器的维修保养最好在四柱举升机上进行：吊装自动变速器的千斤顶在地面可方便移动。（两柱举升机地面有条横挡（调整好举升机高度后别忘了拉保险）。 2) 可避免气囊爆炸。	
拆卸自动传动桥油底壳分总成 1) 先回收自动变速器油。 2) 拆下 19 个螺栓、油底壳和油底壳衬垫。	
没有 ATF 油尺的自动变速器换油方法： 1) 举升车辆，先放净油底内旧 ATF。 2) 拆下注液塞和溢流塞。 3) 从注液孔处注入 ATF 直到油液从溢流塞中流出。 4) 按规定加注 ATF。 5) 装上并紧固溢流塞。 6) 装上注液塞。 7) 放下车辆。	
警告：不要在使用 ATF WS 的自动变速器上使用 ATF T-IV。 注意：如果不遵循以上要求，可能导致无法充分发挥其性能。	
1) 从油底壳上拆下 2 个机油滤清器磁铁，检查油底壳中的微粒及油质。 2) 用拆下的磁铁收集所有钢屑。 仔细查看油底壳内及磁铁上的异物和微粒，判断变速器中可能存在的磨损类型。	
钢（磁性）：轴承、齿轮和离合器片。 磨损铜（非磁性）：轴承磨损。	

(续)

维护方法	维护图例
处理好的废机油应进行集中管理并与回收公司联系。	
	
使汽车平稳落地，完工验收。	

2) 自动变速器的专用保护剂（因车而定）。为避免 ATF 在长期使用过程中胶质化并生成沉积物，保证系统正常工作，可在更换 ATF 的同时，添加自动变速器专用保护剂。自动变速器专用保护剂一般具有以下功效：

- ①提高 ATF 的抗氧化性能，延长换油周期。
- ②抗磨增润，减少动力损耗，提高传动平顺性。
- ③恢复老化油封的弹性及密封性，消除并防止因油封硬化而引起的渗漏。
- ④提高传动液的切变稳定性，平振降噪。
- ⑤抑制泡沫产生，避免变速器过热。

⑥分散自动变速器内的油泥和胶质，保持系统清洁。自动变速器的止漏可以通过在 ATF 中添加专用的止漏剂，对因油封老化而引起的自动变速器渗漏进行治理。此类止漏产品一般兼有提高 ATF 的润滑效果，可减少动力损耗，保证系统平衡工作。

六、油温和通气管的检查

油温是影响 ATF 和自动变速器使用寿命的一个重要因素。油温过高将使油液粘度下降，性能变坏，产生油膏沉淀物和积炭，堵塞细小孔道，阻滞控制滑阀，降低润滑和冷却效果，破坏密封件等，最终导致故障。而影响油温的主要因素有液力变矩器发生故障，离合器、制



动器打滑或分离不彻底,单向离合器打滑及油冷却器堵塞等。因此,驾车时必须按规定正确操纵自动变速器,保证自动变速器技术状况良好。行车途中应注意检查自动变速器壳体的温度是否正常,若发现温度过高,应立即停车检修。

因自动变速器过热而引起 ATF 油变质时,应首先检查油面高度是否合适。若油面高度合适仍过热,则应更换 ATF;若换油不能奏效,就需要检查管路是否堵塞;若仍然难以奏效,那就需要全面检修自动变速器。此外,还应注意检查自动变速器壳体上的通气管是否畅通,以防被污泥堵塞,不利于变速器内气压平衡,这一点往往被驾修人员所忽略。变速器油经过长期使用后会发生性能下降,应定期更换。

七、传感器及电磁阀的检查

1. 节气门位置传感器

节气门位置传感器是一个滑变电阻,长期使用后会出现滑动臂接触不良的故障,给自动变速器控制 ECU 一个错误信号,产生以下故障现象:

- 1) 反馈电压值比实际位置电压值高。会出现升档延迟、升档困难、不能升入高档、换档冲击的故障。
- 2) 反馈电压值比实际位置电压值低。会出现换档点提前,汽车行驶动力不足的故障。
- 3) 节气门位置传感器电压突变。会造成自动变速器频繁跳档的故障。有些节气门位置传感器安装后需要进行调整,如果调整不良,也会出现以上故障。

2. 车速传感器

车速传感器故障的主要表现为换档接合不平顺、没有高速档、产生意外降档、变矩器锁止点不正确等。如果自动变速器控制 ECU 识别出车速传感器故障,一般会进入应急状态:当变速杆位于 D 位时,自动变速器会固定在一个档位上(2 档、3 档或 4 档,视不同型号的自动变速器而定)。

3. P/N 开关

P/N 开关的常见故障是内部触点接触不良,造成档位显示不正确或无档位显示、起动机不工作或倒车灯不亮、自动变速器进入应急状态等。

4. 换档电磁阀

换档电磁阀一般为开关式电磁阀,其故障原因不同,造成的结果也不相同。如果电磁阀本身或其线路发生短路或断路故障,自动变速器控制 ECU 一般能够识别并进入应急状态。如果是换档电磁阀芯卡滞或泄漏,会造成换档冲击或自动变速器缺少某些档位。对换档电磁阀的检查可分为密封性检查和电气检查:在电磁阀封闭状态,向电磁阀输入 0.5MPa 的压缩空气,以检查其密封性;电气检查可用万用表电阻档检查电磁阀线圈的电阻值。判断其是否正常工作,也可用蓄电池给电磁阀以脉冲方式提供 12V 电压,每次通、断应能听到“咔嗒”声。

5. 脉宽调制式电磁阀

脉宽调制式电磁阀包括主油压调节阀、变矩器锁止离合器电磁阀和蓄能器缓冲电磁阀。主油压调节阀故障会造成主油压过低或过高,产生加速迟缓、烧损换档执行元件或换档冲击



等故障。变矩器锁止离合器电磁阀故障会造成锁止振动,不能锁止或锁止离合器打滑、油温升高等故障。蓄能器缓冲电磁阀故障会造成蓄能器背压过低或过高,产生换档冲击或换档迟缓等故障。对脉宽调制式电磁阀的检查同样包括密封性检查和电气检查,但电磁阀不能长时间接通 12V 电源。



八、自动变速器常见故障诊断

自动变速器结构与原理都较手动变速器复杂,也不像手动变速器那样解体后往往能直观地发现故障。这要求我们在解体自动变速器前,要针对故障现象作一些检查和判断,便于我们在解体后的检修过程中有的放矢,少走弯路。自动变速器常见故障诊断与该自动变速器的动力传递路线及控制是密不可分的,这里只作一般性讨论,具体故障需参见该变速器的诊断说明。

1. 换档冲击

造成换档冲击的根本原因是离合器或制动器接合过快、换档时间过短所致,试验表明,换档时间低于 0.15s 时,会产生明显的振动感觉。造成换档冲击的原因有以下几种:

- 1) 主油压过高,造成所有档位换档时间过短。
- 2) 蓄能器活塞卡滞或装配错误,造成相应档位换档冲击。
- 3) 换档阀或换档电磁阀卡滞,造成相应档位换档冲击。
- 4) 离合器或制动器间隙调节不当,离合器、制动器活塞密封不良,造成相应档位换档冲击。
- 5) 离合器片组中的波纹片漏装,或锥形缓冲盘装反,造成相应档位换档冲击。
- 6) 漏装单向球阀或油道节流孔损坏、丢失。
- 7) 节气门位置传感器信号不良。
- 8) 车速信号不良。
- 9) 发动机怠速过高,调整不当。

2. 汽车不能行驶

1) 油泵油压过低或没有油压。检查自动变速器油面是否过低、滤清器是否堵塞、油泵密封件是否损坏或油泵是否过度磨损、油泵齿轮各部间隙是否不正常或齿轮损坏。

2) 离合器或制动器摩擦片严重烧损。造成摩擦片严重烧损的原因有离合器或制动器间隙不正常、主油压过低、变速器中加入其他油液等。

3) 变矩器内涡轮中心花键严重磨损或断裂,使发动机的输出动力不能输入自动变速器。

4) 手动阀操纵机构连接不正常。

5) 如果只是没有前进档,应检查前进档换档执行元件及单向离合器是否正常。如果只是没有倒档,应检查倒档换档执行元件是否正常。

6) 如果是冷车正常,但热车后汽车不能行驶,应检查阀体拧紧力矩是否正常,是否有换档阀卡滞;检查油路、蓄能器或执行元件活塞是否泄漏。

3. 频繁跳档

自动变速器在 D 位行驶时,加速踏板保持稳定,但自动变速器内部档位频繁变化,有以



下故障原因：

- 1) 节气门位置传感器磨损、接触不良，给自动变速器控制 ECU 一个突变的信号，产生频繁跳档的故障。
- 2) 空档/起动开关（P/N 开关）内部接触不良、调整不当或固定松动。
- 3) 车速传感器信号不良。
- 4) 换档电磁阀电气故障，如不良或卡滞。
- 5) 传感器线路接错（如输入、输出传感器插头接反。大众公司 01M 自动变速器转速传感器和车速传感器插头一样，可能插反）。
- 6) 超速档开关接触不良，会造成自动变速器在最高档和次高档之间频繁跳档。
- 7) 自动变速器控制 ECU 故障。

4. 加速迟缓或达不到最高车速

加速迟缓或达不到最高车速的根本原因可分为三个方面：一是换档执行元件打滑；二是变矩器内部故障；三是自动变速器工作在不正确的档位。此故障需检查的故障点比较多，如下所述：

- 1) 节气门操纵系统故障。电控自动变速器需要检查节气门位置传感器是否磨损或调整不当。
- 2) 真空调节式节气门的真空软管漏气或堵塞。
- 3) 主油压或离合器油压过低，使离合器或制动器打滑。检查自动变速器油面是否过低，滤清器是否堵塞（有些自动变速器在阀板内设置了一些小滤网，这也是检查的重点），油泵是否过度磨损；检查主油压电磁阀是否密封不良；检查主调压阀是否卡滞、调节不当，调压弹簧是否过软等；检查档位油路或蓄能器是否泄漏。
- 4) 自动变速器离合器或制动器间隙过大或摩擦片烧蚀，造成打滑。
- 5) 单向离合器打滑。
- 6) 变矩器内部故障。变矩器内单向离合器打滑时，会造成汽车低速时（起步及车速在 30~50km/h）加速不良；变矩器内单向离合器双向卡死时，会出现汽车在中、高速加速不良且达不到最高车速；变矩器锁止离合器不能锁止，可能出现不能达到最高车速的故障。
- 7) 检查电控系统。检查电控系统各传感器信号是否正常，电磁阀和自动变速器控制 ECU 线束插接器是否接触不良，检查自动变速器是否在应急状态下运行。
- 8) 检查液控系统。阀体未按规定力矩或未按规定顺序拧紧，阀体与自动变速器壳体间的衬垫损坏，都可能产生油压泄漏；阀体内的滑阀卡滞，会产生加速迟缓或达不到最高车速的故障。
- 9) 自动变速器油混入其他油液或进水。如加入非指定型号的油液，大众 01M、01N 自动变速器内的分隔油封密封不良，齿轮油渗入到 ATF 内使换档执行元件打滑导致换档迟顿。

5. 离合器、制动器打滑烧蚀

离合器和制动器烧蚀是片组打滑造成的，片组间隙不正确或离合器工作油压过低都会造成离合器打滑。如果是所有离合器、制动器都出现烧蚀或早期磨损，说明是主油压过低，应从以下几个方面检查：



- 1) 自动变速器油面过低。未按规定要求检查、调整自动变速器油面。
- 2) 油泵磨损或滤清器堵塞造成主油压过低。
- 3) 主油压调节阀或压力调节电磁阀故障。
- 4) 主油路泄压。
- 5) 节气门操纵机构故障。
- 6) 总是烧同一组离合器、制动器。

如果只是单个离合器、制动器打滑烧蚀或总是烧同一组离合器（制动器），应从以下几个方面检查：

- 1) 该离合器或制动器的片组间隙调整不当。
- 2) 该离合器、制动器活塞密封不良、壳体裂纹、单向阀密封不良。
- 3) 该离合器、制动器油路泄漏或蓄压器泄漏。
- 4) 阀体故障造成该离合器工作油压过低。

6. 挂档熄火或踩制动停车时熄火

挂档熄火是因为发动机负荷过大引起的，应检查发动机怠速调整是否过低或发动机怠速是否控制不良。故障原因包括控制电磁阀电气故障或锁止控制阀是否卡滞。

7. 自动变速器过热

自动变速器工作时，油液应保持合适的温度，如果油温过高，造成油液过早氧化失效，应从以下几个方面检查：

- 1) 离合器或制动器打滑。
- 2) 单向离合器打滑（滚柱或楔块磨损、保持架失去弹性）。
- 3) 变矩器锁止转矩不足或变矩器内单向离合器卡滞。
- 4) 自动变速器油液冷却管堵塞或发动机散热不良。

8. 自动变速器换档点不正确

自动变速器换档点不正确包括升档延迟和升档过早，应从以下几个方面检查：

- 1) 节气门油压过高会造成换档延迟（较早期车型），反之，会造成换档提前。应检查或调整节气门拉索；检查节气门是否发卡；检查真空调节器软管是否破裂，真空调节器推杆长度；检查节气门位置传感器是否过度磨损或调整不当。
- 2) 车速信号不正常会造成换档延迟，应检查车速信号和换档电磁阀是否正常。
- 3) 如果自动变速器固定在某个档位不能升降档，应检查变速器是否进入应急状态，检查换档阀或换档电磁阀是否卡滞或损坏。

9. 个别档位不正常

个别档位不正常包括没有前进档、没有倒档、没有超速档等故障，具体原因需结合该变速器的动力传递元件进行分析。下面的简单判断并不是对所有的自动变速器都适用。

- 1) 没有前进档。造成没有前进档的原因有 1 档或前进档单向离合器装反或打滑、前进档离合器打滑、手动阀位置错误。
- 2) 没有倒档。自动变速器倒档油路一般由手动阀直接控制，造成没有倒档的原因有倒档



离合器或制动器打滑、手动阀连接杆调整不当。

3) 没有超速档。超速档电磁阀损坏或发卡、超速档开关故障或节气门拉索调整过紧、节气门位置传感器不良、车速传感器故障、自动变速器油温传感器或发动机冷却液温度传感器故障、超速档离合器或制动器故障。

10. 变矩器锁止离合器故障诊断

1) 变矩器锁止离合器不能锁止。造成变矩器锁止离合器不能锁止的原因有锁止电磁阀故障或锁止控制滑阀卡滞, 车速传感器信号不良, 自动变速器油温传感器或发动机冷却液温度传感器信号不良, 节气门拉索调整过紧或节气门位置传感器信号不良。

2) 锁止力矩不足。变矩器锁止离合器锁止力矩不足会使离合器摩擦片与变矩器壳间产生过多的滑动摩擦, 使变速器油温升高。造成变矩器锁止力矩不足的原因有锁止电磁阀密封不良或锁止滑阀卡滞、变速器油液过脏、泵轮摩擦平面被发动机挠性板连接螺栓顶变形 (不是原配螺栓容易出此问题)、沟槽或过度磨损等。

3) 锁止离合器不能解除锁止。变矩器锁止离合器如果不能解除锁止, 在起步挂档或行驶后踩制动停车时, 发动机会熄火。造成锁止离合器不能解除锁止的原因主要是锁止继动阀卡滞或 TCC 电磁阀损坏。

4) 变矩器锁止离合器的锁止点过高或过低。变矩器锁止离合器的锁止点过高会使发动机负荷过大, 出现加速不良的现象; 锁止点过低, 会造成发动机动力损失, 影响最高车速。造成变矩器锁止离合器的锁止点过高或过低的原因有车速传感器信号不准确、发动机冷却液温度传感器信号不准确、锁止信号阀弹簧过软或卡滞、锁止继动阀卡滞 (早期车型)、锁止电磁阀故障。

11. 节气门操纵系统故障

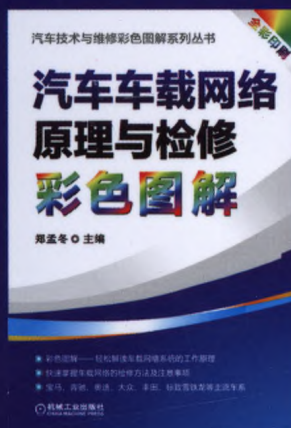
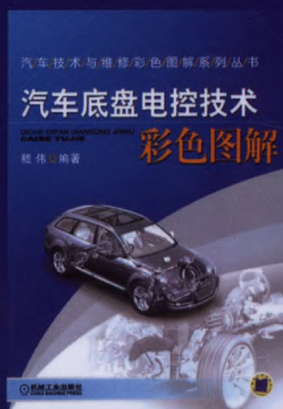
1) 节气门拉索调整过紧会造成个别档或全部档位换档冲击或自动变速器没有高速档。

2) 节气门拉索调整过松会造成换档延迟。

3) 真空调节器真空管漏气会造成所有档位的升档点滞后; 真空调节器破裂会造成自动变速器油吸入发动机缸内燃烧, 发动机冒白烟, 同时自动变速器油缺失; 真空调节器杆调节不良会造成换档点错误。

4) 节气门位置传感器故障, 如接触不良或调整不当会造成换档点错误、频繁跳档或没有高速档。

汽车技术与维修彩色图解系列丛书



丛书特色

全彩印刷，精彩图示，汽车先进技术轻松学
注重应用，结构原理与检测方法相结合



读者选购图书及教材联系邮箱: sy88888@sina.com

地址: 北京市百万庄大街22号
邮政编码: 100037

电话服务
社服务中心: 010-88361066
销售一部: 010-68326294
销售二部: 010-88379649
读者购书热线: 010-88379203

网络服务
教材网: <http://www.cmpedu.com>
机工官网: <http://www.cmpbook.com>
机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>
封面防伪标均为盗版



扫一扫,
更多汽车维修精品图书供你选

ISBN 978-7-111-46546-1

策划编辑◎齐福江 / 封面设计◎张静

ISBN 978-7-111-46546-1



9 787111 465461 >

定价: 59.00元